

repository.ub.ac.id

**PENGARUH PEMBERIAN RASIO N DAN P YANG BERBEDA TERHADAP
KANDUNGAN KLOOROFIL *Chlorella pyrenoidosa* PADA SKALA KARBOY**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh :

**ERIK YAMASITA P. SILALAH
NIM. 155080101111045**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**



repository.ub.ac.id

**PENGARUH PEMBERIAN RASIO N DAN P YANG BERBEDA TERHADAP
KANDUNGAN KLOOROFIL *Chlorella pyrenoidosa* PADA SKALA KARBOY**

SKRIPSI

*Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya*

Oleh:

**ERIK YAMASITA P. SILALAH
NIM. 155080101111045**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

**PENGARUH PEMBERIAN RASIO N DAN P YANG BERBEDA TERHADAP
KANDUNGAN KLOORIFIL *Chlorella pyrenoidosa* PADA SKALA KARBOY**

Oleh :

ERIK YAMASITA P. SILALAH
NIM. 155080101111045

SKRIPSI

Telah dipertahankan didepan penguji
Pada tanggal : 30 Agustus 2019
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP


(Dr. Ir. M. Firdaus, MP)

NIP. 19680919 200501 1 001

TANGGAL : 07 SEP 2019

Menyetujui,
Dosen Pembimbing


(Ir. Kusriani, MP)

NIP. 19560417 198403 2 001

TANGGAL : 07 SEP 2019

HALAMAN IDENTITAS TIM PENGUJI

**Judul : PENGARUH RASIO N DAN P YANG BERBEDA TERHADAP KANDUNGAN
KLOROFIL *CHLORELLA PYRENOIDOSA* PADA SKALA KARBOY**

Nama Mahasiswa : Erik Yamasita P. Silalahi

NIM : 155080100111045

Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan

PENGUJI PEMBIMBING

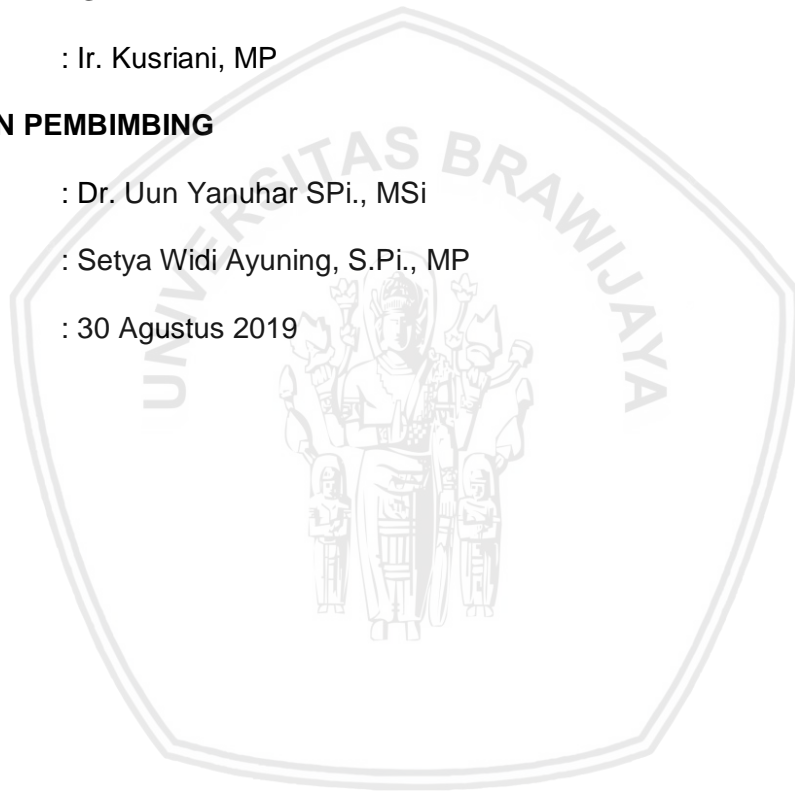
Pembimbing : Ir. Kusriani, MP

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

Dosen Penguji 1 : Dr. Uun Yanuhar SPi., MSi

Dosen Penguji 2 : Setya Widi Ayuning, S.Pi., MP

Tanggal Ujian : 30 Agustus 2019



PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Erik Yamasita P. Silalahi

NIM : 155080100111045

Prodi : Manajemen Sumberdaya Perairan

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Laporan Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Laporan Skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, 30 Agustus 2019

Mahasiswa

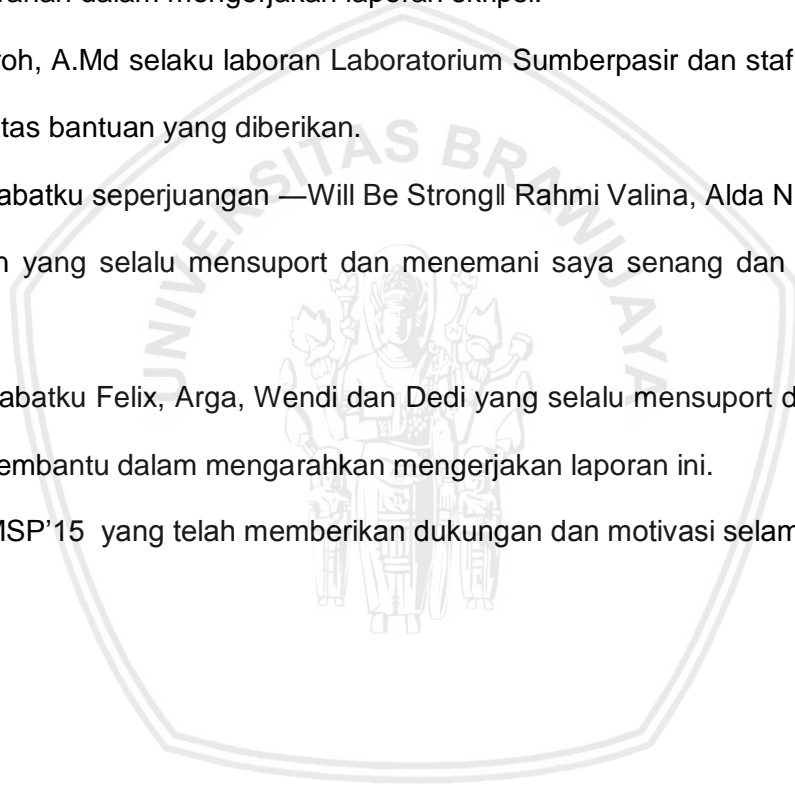
Erik Yamasita P. Silalahi

155080101111045

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan yang Maha Esa atas segala Rahmat dan KaruniaNya
2. Kedua Orang Tua dan keluarga atas segala doa serta motivasai sehingga mampu menyelesaikan laporan skripsi ini.
3. Ibu Ir. Kusriani, MP selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, nasihat dan bimbingan kepada saya. Serta ibu Setya Widi Ayuning, S.Pi, M Si yang telah membantu memberikan arahan dalam mengerjakan laporan skripsi.
4. Ibu Iwin Zunairoh, A.Md selaku laboran Laboratorium Sumberpasir dan staf Laboratorium Sumberpasir atas bantuan yang diberikan.
5. Sahabat – sahabatku seperjuangan —Will Be Strongll Rahmi Valina, Alda Nurrohmah dan Brema Tarigan yang selalu mensupport dan menemani saya senang dan sedih selama penelitian.
7. Sahabat – sahabatku Felix, Arga, Wendi dan Dedi yang selalu mensupport dan menemani ku dan juga membantu dalam mengarahkan mengerjakan laporan ini.
8. Rekan-rekan MSP'15 yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama ini.



RINGKASAN

ERIK YAMASITA P. SILALAH. Pengaruh Pemberian Rasio N dan P yang Berbeda Terhadap Kandungan Klorofil *Chlorella pyrenoidosa* Pada Skala Karboy (dibawah bimbingan Ir. Kusriani, MP).

Mikroalga merupakan organisme mikroskopis yang diketahui memiliki kemampuan fotosintesis yang sangat efisien. Mikroalga merupakan salah satu komoditas yang paling menarik di bidang bioteknologi perairan karena memiliki manfaat yang begitu banyak bagi kehidupan umat manusia (Mufidah, 2017).

Chlorella sp adalah fitoplankton yang sering dijumpai di perairan umum, baik itu perairan tawar maupun perairan laut. *Chlorella sp* dimanfaatkan karena tidak beracun, namun memiliki nilai gizi yang tinggi. *Chlorella sp.* adalah alga hijau yang memiliki kandungan zat hijau (chlorophyll) yang sangat tinggi, bahkan melebihi jumlah yang dimiliki oleh beberapa tumbuhan tingkat tinggi (Dewi et al., 2018).

Klorofil adalah pigmen pemberi warna hijau pada tumbuhan, alga dan bakteri fotosintetik. Pigmen ini berperan dalam proses fotosintesis tumbuhan dengan menyerap dan mengubah energi cahaya menjadi energi kimia. Konsentrasi nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan *Chlorella sp.* adalah berupa makronutrien dan mikronutrien. Kebutuhan unsur makro nutrisi dan mikro nutrisi dalam kultur *Chlorella sp.* harus tercukupi untuk pertumbuhan yang optimal terutama unsur Nitrogen dan Fosfor yang berfungsi untuk pembentukan klorofil, dan keperluan fotosintesis (Prayitno, 2014). Sumber unsur hara yang dapat digunakan untuk kultur mikroalga antara lain pupuk pertanian seperti urea, dan TSP. Nitrogen terkandung dalam pupuk urea serta fosfat terkandung dalam pupuk TSP yang berfungsi untuk meningkatkan kecepatan pertumbuhan mikroalga serta klorofil (Rahman, 2012).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemberian rasio N dan P dalam meningkatkan kandungan klorofil pada *Chlorella sp* dan untuk mengetahui rasio optimal N dan P yang dapat menghasilkan kandungan klorofil tertinggi pada *Chlorella sp.* Penelitian dilakukan pada bulan Maret – April 2019 di Laboratorium UPT Sumberpasir, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur. Analisis Proksimat dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Brawijaya. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari enam perlakuan dengan tiga kali ulangan. Perbandingan konsentrasi pupuk yang digunakan yaitu sebesar 0 : 0 ppm, 15:15 ppm, 30:15 ppm, 45:15 ppm, 15:30 ppm dan 15:45. Parameter utama dari penelitian ini adalah pengaruh N dan P terhadap Kandungan Klorofil dan pertumbuhan *Chlorella pyrenoidosa*, sedangkan parameter pendukungnya yaitu suhu, pH, DO, Nitrat, dan Fosfat

Hasil Uji SPSS 95% kandungan pupuk N dan P yang berbeda terhadap kandungan Proksimat dan pertumbuhan *Chlorella pyrenoidosa* didapatkan nilai pada setiap perlakuan yaitu berbeda nyata atau Sig <0,05. Hasil uji BNT menghasilkan notasi yang berbeda-beda serta menunjukkan bahwa perlakuan B (Rasio N/P 2:1) merupakan yang sangat berpengaruh terhadap kandungan Klorofil *Chlorella pyrenoidosa* sedangkan kepadatan tertinggi pada perlakuan E (Rasio N/P 1:3).

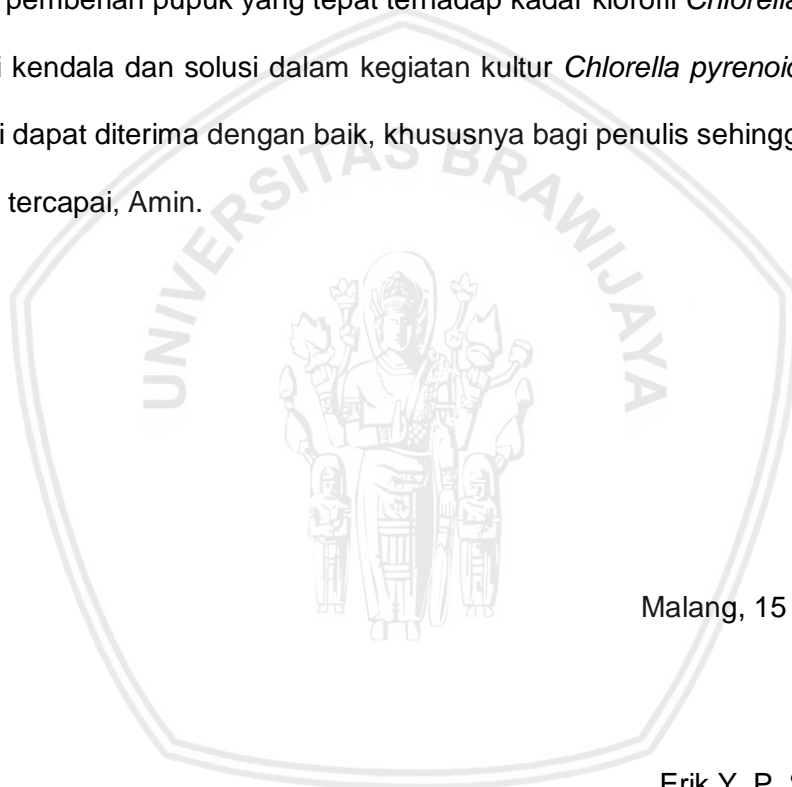
Parameter kualitas air selama penelitian dalam kondisi yang optimal, Suhu selama penelitian berkisar antara 26,6 – 28,6°C., pH berkisar antara 7,5 – 8,7, DO berkisar antara 7,2 – 8,6 mg/l, Nitrat berkisar antara 0,3 – 3,1 ppm dan Fosfat 0,2 – 2,5 ppm.



KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya lah saya dapat menyelesaikan laporan Skripsi yang berjudul “**PENGARUH PEMBERIAN RASIO N DAN P YANG BERBEDA TERHADAP KANDUNGAN KLOORIFIL *Chlorella pyrenoidosa* PADA SKALA KARBOY**”

Laporan ini menginformasikan tentang bahasan yang akan dilakukan pada saat penelitian meliputi tahapan rasio pupuk N dan P pada Kultur *Chlorella pyrenoidosa*, mengetahui rasio pemberian pupuk yang tepat terhadap kadar klorofil *Chlorella pyrenoidosa*, serta mengetahui kendala dan solusi dalam kegiatan kultur *Chlorella pyrenoidosa*. Semoga laporan Skripsi ini dapat diterima dengan baik, khususnya bagi penulis sehingga tujuan yang diharapkan dapat tercapai, Amin.



Malang, 15 Februari 2019

Erik Y. P. Silalahi

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----------|
| UCAPAN TERIMA KASIH | i |
| KATA PENGANTAR | v |
| DAFTAR ISI..... | vi |
| DAFTAR GAMBAR | viii |
| DAFTAR TABEL | ix |
| 1. PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 3 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 4 |
| 1.4 Kegunaan Penelitian..... | 4 |
| 1.5 Hopotesis | 4 |
| 1.6 Waktu dan Tempat | 5 |
| 2. TINJAUAN PUSTAKA..... | 6 |
| 2.1 Chlorella sp..... | 6 |
| 2.1.1 Klasifikasi Chlorella sp..... | 6 |
| 2.1.2 Habitat dan Ekologi Chlorella sp. | 7 |
| 2.1.3 Reproduksi Chlorella sp..... | 7 |
| 2.2 Kultur Chlorella | 7 |
| 2.2.1 Faktor yang memengaruhi Pertumbuhan Chlorella sp. | 7 |
| 2.3 Klorofil | 9 |
| 2.3.1 Kandungan Klorofil Chlorella sp | 9 |
| 2.3.2 Klorofil-a | 10 |
| 2.3.3 Faktor yang Memengaruhi Pembentukan Klorofil..... | 13 |
| 2.4 Pupuk..... | 15 |
| 2.4.1 Defenisi Pupuk..... | 15 |
| 2.4.2 Unsur Nitrogen dan Urea..... | 16 |
| 2.4.3 Unsur Fosfor dan TSP | 17 |
| 2.5 Kualitas Air | 19 |
| 2.5.1 Suhu..... | 19 |
| 2.5.2 Derajad Keasaman (pH)..... | 19 |
| 2.5.3 Disolved Oxygen (DO)..... | 20 |
| 2.5.4 Nitrat..... | 20 |
| 2.5.5 Fosfat | 21 |
| 3. MATERI DAN METODE | 22 |
| 3.1 Materi Penelitian..... | 22 |
| 3.2 Metode Penelitian..... | 22 |
| 3.3 Rancangan Percobaan | 22 |
| 3.4 Alat dan Bahan Penelitian..... | 23 |
| 3.4.1 Alat | 23 |
| 3.4.2 Bahan..... | 24 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 3.5 | Prosedur Penelitian | 24 |
| 3.5.1 | Sterilisasi Alat dan Media Penelitian | 25 |
| 3.5.2 | Persiapan Penelitian | 25 |
| a. | Persiapan Wadah dan Peralatan..... | 25 |
| b. | Penentuan kepadatan Awal Chlorella pyrenoidosa | 25 |
| c. | Perhitungan Dosis Pupuk..... | 26 |
| 3.5.3 | Pelaksanaan Penelitian | 27 |
| 3.6 | Prosedur Pengukuran Kualitas Air | 28 |
| 3.6.1 | Suhu | 28 |
| 3.6.2 | Derajat Keasaman (pH) | 28 |
| 3.6.3 | Disolved Oksigen (DO) | 29 |
| 3.6.4 | Nitrat..... | 29 |
| 3.6.5 | Fosfat | 30 |
| 3.6.6 | Pengamatan Pertumbuhan Chlorella pyrenoidosa | 30 |
| 3.6.7 | Metode Pengukuran Kandungan Klorofil..... | 31 |
| 3.6.8 | Analisis Data | 32 |
| 4. | HASIL DAN PEMBAHASAN | 34 |
| 4.1 | Kepadatan Chlorella pyrenoidasa..... | 34 |
| 4.2 | Analisis Kandungan Klorofil Chlorella pyrenoidosa | 39 |
| 4.2.1 | Klorofil-a | 39 |
| 4.3 | Data Kualitas Air..... | 42 |
| 4.3.1 | Suhu | 42 |
| 4.3.2 | pH..... | 43 |
| 4.3.3 | Oksigen Terlarut | 44 |
| 4.3.4 | Nitrat..... | 46 |
| 4.3.5 | Fosfat | 47 |
| 5. | KESIMPULAN DAN SARAN | 50 |
| 5.1 | KESIMPULAN..... | 50 |
| 5.2 | SARAN..... | 50 |
| | DAFTAR PUSTAKA..... | 51 |
| | LAMPIRAN | 55 |



DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 1. (a) Bentuk umum <i>Chlorella</i> sp. (https://www.rbg Syd.nsw.gov.au), (b) Dokumentasi pribadi | 6 |
| Gambar 2. Rancangan Percobaan | 23 |
| Gambar 3. Alur Prosedur Penelitian | 25 |
| Gambar 4. Rata-rata kepadatan <i>Chlorella pyrenoidosa</i> | 35 |
| Gambar 5. Grafik rata-rata nilai klorofil <i>Chlorella pyrenoidosa</i> | 39 |
| Gambar 6. Rata-rata Suhu..... | 43 |
| Gambar 7. Rata-rata Ph | 44 |
| Gambar 8. Rata-rata DO | 45 |
| Gambar 9. Rata-rata Nitrat..... | 46 |
| Gambar 10. Rata-rata Nitrat | 47 |



DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 1. Perlakuan Rasio Pupuk Urea dan TSP | 23 |
| Tabel 2. Hasil rata-rata kepadatan <i>Chlorella pyrenoidosa</i> (sel/ml) | 34 |
| Tabel 3. ANOVA kepadatan <i>Chlorella pyrenoidosa</i> | 37 |
| Tabel 4. Uji BNT perlakuan terhadap kepadatan <i>Chlorella pyrenoidosa</i> | 37 |
| Tabel 5. Uji BNJ hari terhadap kepadatan <i>Chlorella pyrenoidosa</i> | 37 |
| Tabel 6. Uji ANOVA klorofil <i>Chlorella pyrenoidosa</i> | 41 |
| Tabel 7. Uji BNT perlakuan terhadap kandungan klorofil <i>Chlorella pyrenoidosa</i> | 41 |



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mikroalga merupakan organisme mikroskopis yang diketahui memiliki kemampuan fotosintesis yang sangat efisien. Mikroalga merupakan salah satu komoditas yang paling menarik di bidang bioteknologi perairan karena memiliki manfaat yang begitu banyak bagi kehidupan umat manusia (Mufidah, 2017). Beberapa spesies mikroalga di alam merupakan pakan alami bagi ikan dan udang. Pakan alami merupakan pakan yang baik untuk kegiatan pemeliharaan ikan karena diketahui memiliki kandungan nutrisi lebih tinggi dibandingkan pakan buatan. Pakan alami menjadi sumber nutrisi penting pada stadium awal perkembangan organisme. Salah satu pakan alami yang digunakan untuk budidaya ikan adalah fitoplankton yaitu *Chlorella* sp. (Rismiarti *et al.*, 2016). Organisme ini merupakan produsen primer perairan yang mempunyai kemampuan fotosintesis seperti layaknya tumbuhan tingkat tinggi. Klorofil berfungsi sebagai katalisator dalam proses fotosintesis. *Chlorella* sp. adalah alga hijau yang memiliki kandungan zat hijau (*chlorophyll*) yang sangat tinggi, bahkan melebihi jumlah yang dimiliki oleh beberapa tumbuhan tingkat tinggi (Dewi *et al.*, 2018).

Chlorella sp adalah fitoplankton yang sering dijumpai di perairan umum, baik itu perairan tawar maupun perairan laut. *Chlorella* sp. tidak beracun, namun memiliki nilai gizi yang tinggi, *Chlorella* sp merupakan salah satu mikroalga yang sering dibudidayakan untuk berbagai keperluan seperti obat-obatan, kosmetik, atau untuk alternatif biodiesel. Sifat kosmopolitan *Chlorella* sp mampu hidup di mana-mana. Pertumbuhan *Chlorella* sp yang dikultur sangat ditentukan oleh ketersediaan nutrisi (unsur hara) dan kondisi lingkungan (Aprilliyanti, 2016). Penambahan nutrisi pertumbuhan ke dalam medium kultur mikroalga merupakan aspek yang paling berpengaruh terhadap kuantitas biomassa dan pertumbuhan

mikroalga. Penggunaan pupuk pro analis laboratorium sebagai nutrisi pertumbuhan mikroalga secara umum telah terbukti pengaruhnya secara signifikan. Hanya saja dari segi pembiayaan dinilai kurang ekonomis, mengingat harga masing-masing komponennya cukup mahal. Alternatif lain adalah penggunaan pupuk pertanian (agrolyzer) yang harganya relatif lebih murah dibanding pupuk pro analis laboratorium. Konsentrasi nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. adalah berupa makronutrien dan mikronutrien. Kebutuhan unsur makro nutrisi dan mikro nutrisi dalam kultur *Chlorella* sp. harus tercukupi untuk pertumbuhan yang optimal terutama unsur Nitrogen dan Fosfor yang berfungsi untuk pembentukan klorofil, dan keperluan fotosintesis (Prayitno, 2014). Sumber unsur hara yang dapat digunakan untuk kultur mikroalga antara lain pupuk pertanian seperti urea, dan TSP. Nitrogen terkandung dalam pupuk urea serta fosfat terkandung dalam pupuk TSP yang berfungsi untuk meningkatkan kecepatan pertumbuhan mikroalga serta klorofil (Rahman, 2012).

Klorofil adalah pigmen pemberi warna hijau pada tumbuhan, alga dan bakteri fotosintetik. Pigmen ini berperan dalam proses fotosintesis tumbuhan dengan menyerap dan mengubah energi cahaya menjadi energi kimia. Proses fotosintesis pada tumbuhan telah membuktikan adanya senyawa pada tumbuhan yang dapat digunakan sebagai zat warna (*dye*). Zat-zat tersebut dapat ditemukan pada daun atau buah. Klorofil adalah pigmen utama dalam fotosintesis. Melalui fotosintesis, klorofil dapat menampung cahaya yang diserap oleh pigmen lainnya. Klorofil menyerap cahaya yang berupa radiasi elektromagnetik pada spektrum kasat mata (*visible*). Klorofil banyak menyerap sinar dengan panjang gelombang antara 400-700 nm, terutama sinar merah dan biru (Dewi *et al.*, 2018). Klorofil memiliki banyak manfaat selain fungsi utamanya di alam sebagai pigmen fotosintesis. Klorofil dapat diaplikasikan sebagai pewarna alami makanan, kosmetik dan obat-obatan, serta antioksidan (Leema *et al.*, 2010). Begitu banyak

aplikasi dari klorofil dan senyawa karoten ini membuat permintaan akan keduanya sangat tinggi.

Berdasarkan Latar belakang tersebut, maka perlu dilakukan penelitian yang berkaitan dengan penggunaan nutrisi dari pupuk pertanian (agrolizer) seperti Urea, dan TSP yang lebih ekonomis serta tetap mengandung senyawa nitrogen dan fosfor untuk kultur. Sehingga penelitian tentang pengaruh penambahan berbagai dosis pupuk pertanian seperti Urea, dan TSP terhadap kandungan klorofil mikroalga seperti *Chlorella* sp. perlu untuk dilakukan untuk mengetahui dosis yang tepat dalam meningkatkan kandungan klorofil *Chlorella* sp yang selanjutnya dapat dimanfaatkan dalam kehidupan. Penelitian ini dalam skala laboratorium dilakukan agar kondisi lingkungan tidak menjadi faktor pembatas utama.

Pemilihan *Chlorella* sp. sebagai objek penelitian adalah berdasarkan pertimbangan yaitu karena *Chlorella* sp. relatif mudah dikultur dalam waktu singkat selain itu penelitian lain berkaitan dengan *Chlorella* sp. cukup banyak dilakukan, sehingga dapat dijadikan pembanding, dan juga *Chlorella* sp. telah banyak digunakan dalam berbagai industri, seperti farmasi, budidaya ikan, suplemen makanan, dan sebagainya.

1.2 Rumusan Masalah

Pembudidayaan *Chlorella* sp. dapat dilakukan dengan teknik akuakultur, dalam pertumbuhannya *Chlorella* sp. sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah unsur hara dalam media kultur. Pada umumnya *Chlorella* sp. membutuhkan unsur makro N dan P dan berbagai unsur lainnya untuk meningkatkan laju pertumbuhan

Pupuk TSP dan pupuk urea merupakan pupuk komersial yang ekonomis yang memiliki kandungan fosfor dan nitrogen yang tinggi. Perbedaan

rasioa N:P yang digunakan dapat memengaruhi kandungan klorofil dan pertumbuhan mikroalga. pupuk urea yang sesuai diharapkan dapat memberikan solusi berupa pupuk alternatif yang ekonomis dalam kultur *Chlorella* sp. Berdasarkan rumusan masalah diatas timbulah pertanyaan sebagai berikut:

1. Apakah pemberian rasio N dan P mampu meningkatkan kandungan klorofil pada *Chlorella* sp.?
2. Berapakah konsentrasi rasio optimal N dan P yang dapat menghasilkan kandungan klorofil tertinggi pada *Chlorella* sp.?
3. Bagaimana Kondisi Kualitas air selama Kultur *Chlorella* sp.?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh pemberian rasio N dan P dalam meningkatkan kandungan klorofil pada *Chlorella* sp.
2. Mengetahui konsentrasi rasio optimal N dan P yang dapat menghasilkan kandungan klorofil tertinggi pada *Chlorella* sp.

1.4 Kegunaan Penelitian

Melalui penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai tingkat kandungan klorofil pada *Chlorella* sp yang telah diberi rasio N dan P yang berbeda.

1.5 Hopotesis

- HO : Diduga pemberian rasio N dan P pada *Chlorella* sp tidak memberikan pengaruh terhadap kandungan klorofil *Chlorella* sp.
- H₁ : Diduga pemberian rasio N dan P pada *Chlorella pyrenoidosa* memberikan pengaruh terhadap kandungan klorofil *Chlorella* sp.

1.6 Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan pada bulan Maret – April 2019 di Laboratorium UPT Sumberpasir, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur.



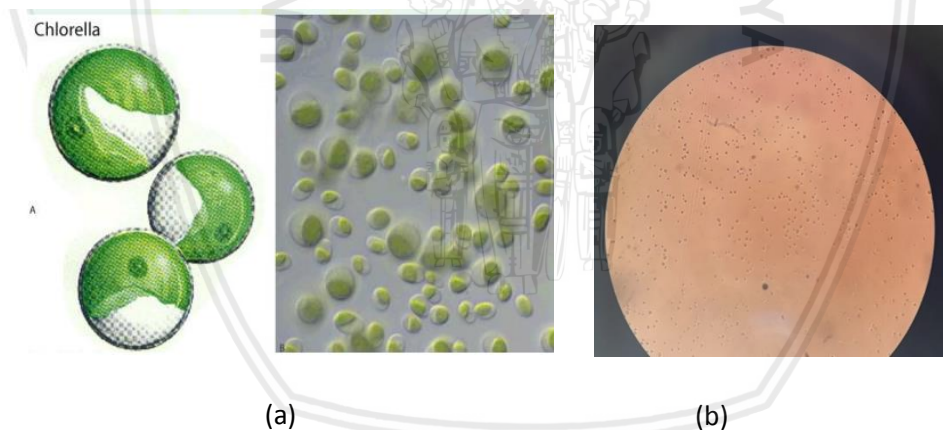
2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Chlorella* sp.

2.1.1 Klasifikasi *Chlorella* sp.

Klasifikasi dari *Chlorella vulgaris* menurut Bold dan Wynne (1985) adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
Filum : Chlorophyta
Kelas : Chlorophyceae
Ordo : Chlorococcales
Famili : Chlorellaceae
Genus : *Chlorella*
Spesies : *C. Pyrenoidosa*



Gambar 1. (a) Bentuk umum *Chlorella* sp. (<https://www.rbg Syd.nsw.gov.au>), (b) Dokumentasi pribadi

Chlorella sp. merupakan alga bersel tunggal (*uniselular*), berukuran mikroskopis, berbentuk bulat (Suriawiria, 1987). *Chlorella* sp. berwarna hijau disebabkan karena selnya mengandung klorofil dalam jumlah yang besar, di samping karoten dan xantofil. Sel *Chlorella* sp. mempunyai protoplasma yang berbentuk cawan tidak mempunyai *flagella* sehingga tidak dapat bergerak aktif,

dinding selnya terdiri dari selulosa dan pektin, tiap-tiap selnya terdapat satu buah inti sel dan satu kloroplas (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

2.1.2 Habitat dan Ekologi *Chlorella* sp.

Berdasarkan habitat hidupnya *Chlorella* sp. dapat dibedakan menjadi *Chlorella* sp. air tawar dan *Chlorella* sp. air laut. *Chlorella* air tawar dapat hidup dengan kadar salinitas hingga 5 ppt, sementara *Chlorella* sp. air laut dapat mentolerir salinitas antara 33-40 ppt (Bold dan Wynne, 1985). *Chlorella* sp dapat mentolerir kondisi lingkungan yang relatif bervariasi. Tumbuh optimal pada salinitas 25 ppt dan suhu sekitar 25 °C (Mufidah, 2014). *Chlorella* sp adalah salah satu jenis mikroalga yang dibudidayakan di perairan Indonesia dimana mikroalga tersebut dapat berkembang baik di negara yang beriklim tropis (Maharsyah, 2013)

2.1.3 Reproduksi *Chlorella* sp.

Chlorella sp. merupakan kelompok alga yang paling beragam, dengan lebih dari 7000 spesies yang dapat tumbuh dalam habitat yang beragam. *Chlorella* sp. menggunakan energi cahaya sebagai bahan bakar penghasil gula. *Chlorella* sp. berproduksi secara seksual dan aseksual, tetapi juga dapat dengan pembelahan autospora dari sel induknya (Amini, 2005) Tiap satu sel induk (*parent cell*) akan membelah menjadi 4, 8, atau 16 autospora yang nantinya akan menjadi sel-sel anak (*daughter cell*) yang selanjutnya melepaskan diri dari induknya (Bold dan Wynne, 1985). Pada proses pembelahan diri, Sel *Chlorella* sp. memiliki tingkat reproduksi yang tinggi, setiap sel *Chlorella* sp. mampu berkembang menjadi 10.000 sel dalam waktu 24 jam (Utami, 2012)

2.2 Kultur *Chlorella*

2.2.1 Faktor yang memengaruhi Pertumbuhan *Chlorella* sp.

Chlorella sp. adalah alga uniselular yang berwarna hijau dan berukuran mikroskopis, diameter selnya berukuran 3-8 mikrometer, berbentuk bulat seperti bola atau bulat telur, tidak mempunyai flagella sehingga tidak dapat bergerak aktif,

dinding selnya terdiri dari selulosa dan pektin, tiap-tiap selnya terdapat satu buah inti sel dan satu kloroplast. *Chlorella* sp. merupakan alga yang kosmopolit, terdapat di air payau, air laut dan air tawar (Kumar dan Singh, 1976). Perkembangan *Chlorella* sp. Terjadi secara vegetatif. Masing-masing sel induk membelah menghasilkan 4, 8, atau 16 autospora yang dibebaskan bersama dengan pecahnya sel induk. Perkembangbiakan sel ini diawali dengan pertumbuhan sel yang membesar. Periode selanjutnya adalah terjadinya peningkatan aktivitas sintesa sebagai bagian dari persiapan pembentukan autospora yang merupakan tingkat pemasakan akhir yang akan disusul oleh pelepasan autospora (Bold dan Wynne, 1984).

Faktor-faktor lingkungan yang memengaruhi pertumbuhan populasi *Chlorella* sp. :

1. Temperatur

Chlorella sp. membutuhkan temperatur yang tinggi untuk pertumbuhannya.

Temperatur optimum untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. adalah 30 °C.

2. Intensitas cahaya

Proses fotosintesis *Chlorella* sp. membutuhkan intensitas cahaya rata-rata 4000-3000 lux (Ohama dan Miyachi, 1992).

3. pH

Nilai pH menunjukkan kadar asam dan basa yang ditunjukkan oleh konsentrasi ion hydrogen. Menurut Ohama dan Miyachi (1992), pH optimum untuk *Chlorella* sp. adalah 6,6-7,3.

4. Oksigen terlarut

Oksigen diperlukan *Chlorella* sp. untuk respirasi. Oksigen terlarut pada perairan berasal dari hasil fotosintesis dan difusi dari udara. Fox (1987) mengatakan bahwa biakan alga di laboratorium perlu penyediaan oksigen

terlarut yang cukup. Kadar oksigen terlarut 3-5 ppm kurang produktif, 5-7 ppm produktifitasnya tinggi dan diatas 7 ppm sangat tinggi.

5. Unsur hara Unsur-unsur yang dibutuhkan untuk pertumbuhan alga terdiri dari unsur mikro dan unsur makro. Makronutrien yaitu unsur-unsur yang dibutuhkan dalam jumlah besar, meliputi C, H, O, N, P, K, S, Si, Ca dan Cl. Mikronutrien adalah unsure-unsur yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit dan merupakan koenzim meliputi Mn, Fe, Zn, Cu dan Mg.

2.3 Klorofil

Klorofil adalah pigmen alami pemberi warna hijau pada tumbuhan, alga dan bakteri fotosintetik. Senyawa ini mempunyai peranan yang penting dalam proses fotosintesis yang merupakan dasar dari produksi zat-zat organik dalam alam (Effendi, 2012). Komponen utama penyusun klorofil adalah nitrogen (N). Nitrogen diperlukan sebagai bahan dasar penyusun protein dan pembentukan klorofil dalam proses fotosintesis. Kekurangan N akan berpengaruh terhadap penurunan jumlah pigmen dan sel (Ryono, 2007).

Chlorella sp. merupakan fitoplankton yang memiliki kandungan klorofil dan mampu melakukan fotosintesis. Fotosintesis yaitu proses pembentukan glukosa dari senyawa anorganik dengan bantuan energi cahaya. Melalui fotosintesis, klorofil dapat menampung cahaya yang diserap oleh pigmen lainnya. Klorofil menyerap cahaya yang berupa radiasi elektromagnetik pada spektrum kasat mata (visible). Pigmen *Chlorella* sp. berupa klorofil yang merupakan pusat penyerap energi cahaya. Klorofil banyak menyerap sinar dengan panjang gelombang antara 400-700 nm (Dewi, 2018)

2.3.1 Kandungan Klorofil *Chlorella* sp

Chlorella sp. merupakan fitoplankton yang memiliki kandungan klorofil yang mampu melakukan fotosintesis. Pada proses fotosintesis terjadi proses

penyerapan energi cahaya dan karbondioksida serta pelepasan oksigen yang berupa salah satu hasil dari fotosintesis tersebut (Nuzapril, 2017). *Chlorella* sp. mengandung klorofil-a dan b, dari kandungan klorofil tersebut yang terpenting adalah klorofil-a. Bagi tumbuhan terrestrial klorofil-b memegang peranan penting, akan tetapi bagi fitoplankton laut tidaklah demikian. Klorofil-a merupakan suatu pigmen aktif fitoplankton yang melakukan fotosintesa (Kusnawidjaya, 1983)

Kadar klorofil dalam suatu volume air tertentu merupakan suatu ukuran bagi biomassa fitoplankton yang terdapat dalam air tersebut. klorofil dapat diukur dengan memanfaatkan sifat klorofil yang berpijar bila dirangsang dengan panjang gelombang cahaya tertentu dan mengekstraksi klorofil dari fitoplankton dengan menggunakan aseton dan kemudian mengukur dengan jumlah ekstrak warna yang dihasilkan spektrofotometer. Banyaknya klorofil yang terdapat dalam fitoplankton tergantung pada waktu dan intensitas cahaya matahari (Riyono, 2007). Pentingnya pengukuran kandungan klorofil pada fitoplankton dikarenakan klorofil yang terdapat pada *Chlorella* sp. dapat dijadikan ukuran kuantitas total *Chlorella* sp. yang nantinya akan digunakan sebagai pakan alami larva ikan (Tetelepta,2011)

2.3.2 Klorofil-a

Klorofil-a merupakan suatu pigmen aktif fitoplankton yang merupakan pigmen yang dapat melakukan proses fotosintesis. Keberadaan klorofil-a merupakan salah satu indikator kesuburan suatu perairan yang keberadaannya sangat dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara, nitrat dan fosfat. Konsentrasi nitrat dan fosfat yang tinggi dapat merangsang pertumbuhan klorofil-a dengan cepat dan berlimpah sehingga dapat memengaruhi fluktuasi serta kelimpahan fitoplankton yang ada di perairan (Kurnianda dan Heriantoni, 2017). Menurut Nufus *et al.* (2017), salah satu indikator kesuburan perairan adalah ketersediaan klorofil-a di perairan. kandungan klorofil-a pada fitoplankton dalam air sampel (laut dan

tawar) menggambarkan jumlah fitoplankton dalam suatu perairan. Klorofil-a merupakan pigmen yang selalu ditemukan dalam fitoplankton serta semua organisme autotrof dan merupakan pigmen yang terlibat langsung dalam proses fotosintesis.

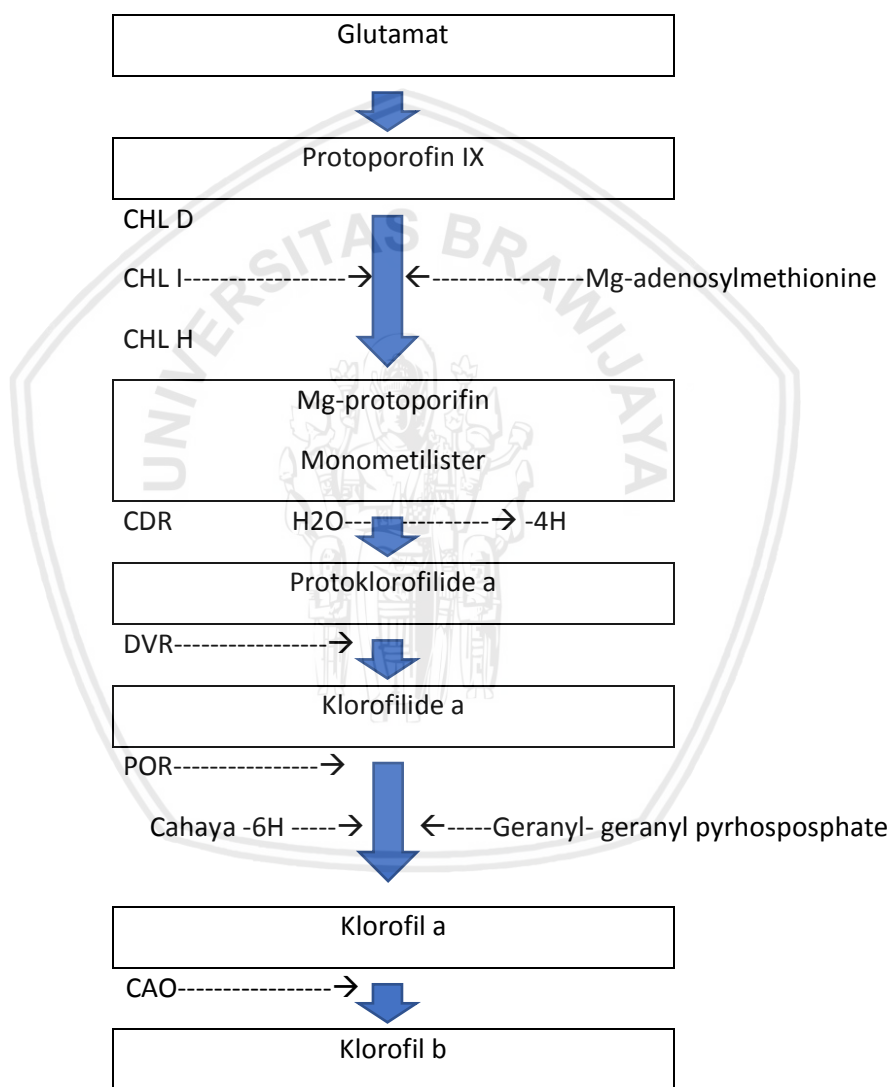
Proses fotosintesis memerlukan cahaya matahari sebagai sumber energi yang merupakan faktor abiotik utama atau faktor fisika yang sangat menentukan laju produktivitas primer. Produktivitas primer merupakan kecepatan terjadinya fotosintesis atau pengikatan karbon yang dilakukan oleh produsen. Pengukuran kandungan klorofil-a adalah salah satu parameter yang digunakan dalam menentukan tingkat kesuburan perairan yang dinyatakan dalam bentuk produktivitas primer. Pengukuran kandungan klorofil-a dapat mencerminkan biomassa fitoplankton dalam sebuah perairan (Hadiningrum, 2018). Menurut Sihombing *et al.* (2013), pengukuran klorofil-a sangat penting untuk dilakukan karena kadar klorofil dalam suatu volume air tertentu merupakan suatu ukuran bagi biomassa tumbuhan yang terdapat dalam air tersebut. klorofil dapat diukur dengan memanfaatkan sifatnya yang dapat berpijar bila dirangsang dengan panjang gelombang cahaya tertentu atau mengekstraksi klorofil dari tumbuhan dengan menggunakan aseton.

2.3.3 Sintesa Klorofil Pada *Chlorella* sp

Klorofil dihasilkan di dalam kloroplas pada jaringan fotosintesis. Prekursor dalam pembentukan senyawa pigmen klorofil adalah glutamat yang mengalami deaminasi menghasilkan α -ketoglutarat, kemudian direduksi menjadi γ -dioxovalerate dan mengalami transaminasi menjadi asam amino laevulinat (ALA), sintesis ini memerlukan ATP dan NADPH (Malkin dan Niyogi 2000).

Pelepasan air dari asam amino-laevulinat menghasilkan *porphobilinogen* yang mengandung struktur cincin pyrrole. Selanjutnya terjadi reaksi pelepasan NH_3 dan CO_2 kemudian membentuk protophyrinogen. Penambahan Mg^{2+} dan

adenosylmethionine pada protophyrin menghasilkan Mg-protophyrin monomethylester. Mg pada klorofil berfungsi sebagai pengatur penyerapan cahaya. Mg-protophyrin monomethylester mengalami dehidrasi dan reduksi menghasilkan protochlorophyllide. Penambahan H⁺ menghasilkan *chlorophyllide a* menjadi klorofil a, proses ini sangat dipengaruhi oleh cahaya (Lowlor 1993), sintesis klorofil dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Sintesa Klorofil

Dalam pembentukan klorofil terdapat 3 lintasan reaksi yang dikendalikan oleh gen-gen inti yaitu: lintasan reaksi antara protoporfirin dan protoklorofilide menjadi klorofilide yang melibatkan gen-gen *CHLD*, *CHLI*, *CHLH*, *CDR*, perubahan protoklorofilide menjadi klorofilide yang melibatkan gen-gen seperti

VDR, POR, dan lintasan sintesis klorofil-b yang melibatkan gen CAO. (Malkin dan Niyogi , 2000).

Klorofil terdapat pada membran tilakoid pada kloroplas. Pigmen yang menyerap cahaya pada membran tilakoid tersusun di dalam suatu fungsional yang disebut fotosistem. Fotosistem ini mengandung 200-300 molekul klorofil dan sekitar 40 molekul karotenoid dan semua molekul pigmen pada fotosistem disebut pigmen tetap cahaya atau 'antena' (Salisbury dan Ross 1992).

2.3.4 Faktor yang Memengaruhi Pembentukan Klorofil

Faktor utama yang dibutuhkan untuk pembentukan klorofil adalah nutrisi dan cahaya. Pertumbuhan dan perkembangan mikroalga membutuhkan kualitas cahaya serta nutrisi yang cukup. Nitrat dan fosfat diperlukan sebagai bahan dasar penyusunan protein dan pembentukan dalam proses fotosintesis. Semakin banyak pembentukan klorofil maka proses fotosintesis semakin optimal (Aslan, 1998).

A. Faktor Genetik

Faktor genetik tertentu adalah sifat penurunan warna (pigmen), kemampuan adaptasi terhadap lingkungan dan lainnya diperlukan untuk memungkinkan terjadinya sintesis klorofil. Faktor genetik tersebut tidak sama untuk semua jenis plankton artinya setiap jenis fitoplankton memiliki komposisi pigmen dan kemampuan adaptasi yang berbeda di setiap jenisnya (Riyono, 2007).

B. Cahaya

Cahaya dibutuhkan untuk pembentukan klorofil pada tumbuhan tingkat tinggi. Pada alga dan berbagai jenis tumbuhan lainnya sintesis klorofil dapat terjadi baik dalam keadaan gelap maupun terang. Menurut Riyono (2007), klorofil yang dihasilkan dalam keadaan terang dan gelap adalah identik. Sintesis klorofil yang efektif umumnya diperlukan intensitas cahaya yang

relatif rendah. Cahaya dengan intensitas terlalu kuat akan merusak klorofil dalam reaksi yang disebut photo oxidation.

C. Nitrogen

Nitrogen merupakan bagian dari molekul klorofil, kekurangan unsur ini akan menghambat pembentukan klorofil. Nitrogen merupakan kebutuhan pokok bagi seluruh organisme terutama fitoplankton untuk tumbuh dan berkembang. Nitrogen yang terdapat dalam organisme yang telah mati diuraikan oleh bakteri menjadi bentuk nitrogen organik siap pakai (nitrat). Senyawa ini merupakan salah satu senyawa sel nutrisi yang berfungsi untuk merangsang pertumbuhan, sehingga secara langsung dapat mengontrol produksi primer (Riyono, 2007).

D. Suhu

Batas suhu dapat memungkinkan pembentukan klorofil tergantung terhadap jenis tumbuhan. Suhu dapat memengaruhi fotosintesis dilaut baik secara langsung maupun tidak langsung. Pengaruh suhu secara langsung dapat berupa reaksi kimia enzimatik dalam sintesa klorofil serta dalam proses fotosintesis yang terkontrol, sedangkan untuk pengaruh suhu secara tidak langsung yaitu merubah struktur hidrologi air yang memengaruhi distribusi fitoplankton (Tomascik *et al.*, 1997 dalam Riyono, 2007). Suhu yang tinggi dapat meningkatkan laju fotosintesis. Secara umum laju fotosintesis mikroalga meningkat dengan meningkatnya suhu perairan, akan tetapi menurun secara drastis setelah mencapai suatu titik suhu tertentu. Hal ini disebabkan setiap spesies mikroalga selalu beradaptasi terhadap kisaran suhu tertentu (Riyono, 2007).

E. Air

Berkurangnya kadar air dalam tumbuhan tingkat tinggi akan menghambat pembentukan klorofil, juga akan mempercepat perombakan (dekomposisi) klorofil yang telah ada, misalnya daun berubah menjadi kuning. Dalam proses fotosintesis yang dilakukan fitoplankton, unsur air merupakan unsur utama selain karbon dioksida maupun cahaya. Ketiadaan unsur air, fitoplankton tidak dapat hidup, karena untuk melakukan proses fotosintesis diperlukan adanya unsur air (Nontji, 1973 dalam Riyono, 2007).

2.4 Pupuk

2.4.1 Defenisi Pupuk

Zat hara merupakan zat-zat yang diperlukan dan mempunyai pengaruh terhadap proses dan perkembangan hidup organisme. Zat hara yang umum menjadi fokus perhatian di lingkungan perairan adalah nitrat dan fosfat. Kedua unsur ini memiliki peran vital bagi pertumbuhan fitoplankton atau alga yang biasa digunakan sebagai indikator kualitas air dan tingkat kesuburan suatu perairan (Utami *et al.*, 2016). Pupuk merupakan kunci dari kesuburan tanah karena berisi satu atau lebih unsur untuk menggantikan unsur yang habis diserap tanaman. Jadi, memupuk berarti menambah unsur hara ke dalam media tumbuh tanaman. Jenis-jenis pupuk secara umum dikelompokkan dalam dua kelompok berdasarkan asalnya yaitu pupuk anorganik seperti urea (pupuk N), TSP atau SP-36 (pupuk P), KCl (pupuk K), dan pupuk organik seperti pupuk kandang, kompos, humus, dan pupuk hijau. (Lingga *et al.*, 2007).

Dalam kultur pakan alami, pemberian pupuk dimaksudkan untuk meningkatkan unsur hara Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K) yang dibutuhkan organisme budidaya. Kebutuhan unsur hara dimaksudkan untuk meningkatkan kesuburan tanaman dengan cara mencampur atau memformulasi (mixed fertilizer) beberapa jenis pupuk menjadi satu bagian. Kandungan unsur hara atau unsur pembangun seperti unsur N, P, dan K. Unsur nutrient yang diperlukan fitoplankton

dalam jumlah besar disebut makro nutrient seperti Nitrogen, Fosfor, Besi, Sulfur, Magnesium, Kalium dan Kalsium. (Fitriatin *et al.*, 2017). Tidak semua pupuk anorganik mengandung unsur yang lengkap (makro dan mikro). Bahkan, ada yang hanya mengandung satu unsur saja. Oleh karenanya, pemberiannya harus dibarengi dengan pupuk mikro dan pupuk yang mengandung unsur hara yang lain. Selain itu, pemakaian pupuk anorganik harus sesuai dengan yang dianjurkan karena bila berlebihan dapat menyebabkan tanaman mati (Prihantoro, 2007). Pada penelitian ini pupuk yang digunakan yaitu pupuk urea dan TSP. Kedua pupuk tersebut merupakan pupuk anorganik yang memiliki kandungan N pada urea dan P pada pupuk TSP.

Menurut Prihantoro (2007), pupuk anorganik merupakan pupuk buatan yaitu pupuk yang dibuat di dalam pabrik. Bahannya dari bahan anorganik dan dibentuk dengan proses kimia sehingga pupuk ini lebih dikenal dengan nama pupuk anorganik. Pupuk anorganik umumnya diberi kandungan zat hara tinggi. Pupuk ini tidak diperoleh di alam, tetapi merupakan hasil ramuan dipabrik. Oleh karena pupuk anorganik dibuat manusia maka kandungan haranya dapat beragam dan disesuaikan dengan kebutuhan tanaman. Dibandingkan dengan pupuk organik, pupuk anorganik mempunyai keunggulan sebagai berikut:

1. kandungan zat hara dalam pupuk anorganik dibuat secara tepat
2. pemberiannya dapat disesuaikan dengan kebutuhan tanaman
3. pupuk anorganik mudah dijumpai karena tersedia dalam jumlah banyak
4. praktis dalam transportasi dan menghemat ongkos angkut
5. beberapa jenis pupuk anorganik langsung dapat diaplikasikan sehingga menghemat waktu.

2.4.2 Unsur Nitrogen dan Urea

Nitrogen merupakan makronutrien yang memengaruhi pertumbuhan alga dalam aktifitas metabolisme sel seperti katabolisme maupun asimilasi khususnya

biosintesis protein. Nitrogen juga merupakan bahan penting penyusun asam amino, amida, nukleotida, dan nukleo protein, serta esensial untuk membelahan sel sehingga nitrogen penting untuk pertumbuhan. Berdasarkan hal tersebut, maka pada saat konsentrasi nitrogen dalam media kultur optimal, maka aktifitas metabolisme sel juga berjalan dengan baik, termasuk sintesis klorofil, karena kandungan klorofil yang tinggi akan menyebabkan proses fotosintesis dapat berjalan dengan baik dan pertumbuhan alga akan lebih optimal. Namun di sisi lain, jika dalam media kultur alga terjadi kekurangan unsur nitrogen akan terjadi kelambatan pertumbuhan serta menghasilkan sedikit protein. Hal ini disebabkan karena kurangnya unsur N, mengingat nitrogen merupakan nutrisi yang banyak dibutuhkan untuk pertumbuhan fitoplankton (alga), serta sebagai unsur penting dalam pembentukan klorofil (Amanatin, 2013). Urea merupakan salah satu jenis pupuk nitrogen buatan yang banyak digunakan di sektor pertanian. Urea mengandung nitrogen dengan kadar yang tinggi. Unsur nitrogen merupakan zat hara yang sangat diperlukan tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan serta pertumbuhan protein (Mawaddah, 2016). Urea ialah pupuk tunggal yang mengandung N tinggi yaitu sekitar 45-46%. Sifat urea yang cepat terlarut menjadikannya cepat tersedia bagi tanaman (Ramdhani *et al.*, 2014). Unsur makro yang mendukung penyusunan senyawa dalam sel, termasuk protein dan klorofil untuk fotosintesis alga adalah nitrogen. Namun unsur nitrogen ini tidak tersedia dalam TSP, sehingga diperlukan penambahan jenis pupuk lain sebagai sumber nitrogen yaitu pupuk urea. Urea merupakan pupuk komersil yang ekonomis serta memiliki kandungan Nitrogen yang tinggi mencapai 46% (Amanatin, 2013).

2.4.3 Unsur Fosfor dan TSP

Menurut Bold and Wynne (1985), Fosfor (P) merupakan salah satu unsur makro primer yang dibutuhkan oleh tanaman. Kekurangan unsur P dapat diamati

dari adanya gejala tertundanya pematangan sel. gejala kekurangan P juga biasanya tampak pada fase awal pertumbuhan. Pada tumbuhan tingkat tinggi, tanaman yang kekurangan P gejalanya dapat terlihat pada daun tua dimana warna daun menjadi keunguan, perakaran menjadi dangkal dan sempit penyebarannya, batang menjadi lemah. Fosfor memainkan peran utama di dalam metabolisme biologis. Dibandingkan dengan mikronutrien lain yang dibutuhkan oleh tumbuhan, fosfor memiliki kelimpahan minimum dan umumnya merupakan unsur pertama pembatas produktivitas biologis. Keberadaan fosfor di perairan diantaranya dapat berbentuk ortofosfat yang merupakan bentuk fosfat anorganik terlarut yang secara langsung dapat digunakan oleh komponen nabati, dan fosfor dengan proporsi yang cukup besar terikat dalam fosfat organik dan sel-sel penyusun organisme hidup atau mati, serta di dalam atau diadsorpsi menjadi koloid organik (Nomosatyo, 2011)

Unsur hara yang dibutuhkan alga untuk menunjang pertumbuhannya salah satunya adalah fosfor (P). Tumbuhan menyerap fosfor dalam bentuk fosfat untuk kelangsungan hidupnya. Unsur P juga berperan pada pertumbuhan benih, akar, bunga, dan buah. Fosfor merupakan komponen penyusun beberapa enzim, protein, RNA, dan DNA (Erdina, 2010). Unsur fosfor merupakan unsur hara makro yang diperlukan oleh pertumbuhan tanaman dalam jumlah yang cukup besar. Ketersediaan P dalam tanah dipengaruhi oleh bahan induk tanah sehingga perlu dilakukan upaya penambahan pupuk kimia P guna meningkatkan ketersediaan P di dalam tanah. Jika dibandingkan dengan beberapa pupuk anorganik sumber P yang lain, pupuk TSP (*Triple Super Phosphate*) memiliki kandungan P_2O_5 lebih tinggi, mencapai 43 - 45% sehingga lebih baik digunakan untuk meningkatkan unsur hara P pada tanah yang miskin unsur hara fosfat (Purba *et al.*, 2017).

2.5 Kualitas Air

Air sebagai media hidup biota air harus memiliki sifat yang cocok bagi kehidupan biota air, karena kualitas air dapat memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan mahluk-mahluk hidup di air. Kualitas dan sumber air yang tersedia harus menjadi pertimbangan utama dalam pemilihan lokasi budidaya, karena intensitas pemeliharaan biota air tergantung pada tempat pemeliharaan dan air yang tersedia.

2.5.1 Suhu

Menurut Kilawati dan Yunita (2015) Suhu merupakan faktor fisika yang penting dan dapat memengaruhi metabolisme makhluk hidup, yaitu terutama pada organisme perairan. Suhu merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi pertumbuhan mikroalga. Menurut Regista *et al* (2013), Suhu adalah salah satu faktor yang berpengaruh terhadap produktifitas mikroalga, karena setiap spesies mempunyai suhu optimalnya tersendiri. Peningkatan suhu air menyebabkan peningkatan aktivitas sel sehingga metabolisme berjalan lebih cepat. Akan tetapi suhu yang tinggi menyebabkan kematian dengan cepat. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses kimia, biologi dan fisika, peningkatan suhu dapat menurunkan kelarutan bahan dan dapat menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi mikroalga di perairan. Secara umum suhu optimal dalam kultur mikroalga berkisar antara 20° C sampai 25 °C. Suhu dalam kultur diatur sedemikian rupa bergantung pada media yang digunakan dalam kegiatan kultur. Suhu di bawah 16 ° C dapat menyebabkan kecepatan pertumbuhan turun, sedangkan suhu diatas 36° C dapat menyebabkan kematian (Utami *et al.*, 2013).

2.5.2 Derajat Keasaman (pH)

pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. didefinisikan sebagai

kologaritma aktivitas ion hidrogen (H^+) yang terlarut. Koefisien aktivitas ion hidrogen tidak dapat diukur secara eksperimental, sehingga nilainya didasarkan pada perhitungan teoretis (Zulius, 2017). Nilai pH media kultur merupakan faktor pengontrol yang menentukan kemampuan biologis *Chlorella* sp. dalam memanfaatkan unsur hara. Kisaran pH untuk pertumbuhan mikroalga pada kebanyakan kultur yaitu antara 7 -8 (Regista *et al.*, 2017).

2.5.3 Disolved Oxygen (DO)

Oksigen terlarut atau Dissolved Oxygen (DO) merupakan salah satu parameter mengenai kualitas air. Tersedianya oksigen terlarut didalam air sangat menentukan kehidupan di perairan tersebut. Pengukuran tingkat kualitas air dilihat dari DO. Semakin tinggi kandungan DO semakin bagus kualitas air tersebut (Prahutama, 2013). Pada saat proses fotosintesis kurang efektif, maka akan terjadi penurunan kadar oksigen terlarut. Kadar oksigen terlarut yang turun drastis dalam suatu perairan menunjukkan terjadinya penguraian zat-zat organik. Kecenderungan menurunnya oksigen terlarut di perairan ini sangat dipengaruhi oleh meningkatnya bahan-bahan organik yang masuk ke perairan disamping faktor-faktor lainnya diantaranya kenaikan suhu, salinitas, respirasi, adanya lapisan di atas permukaan air, senyawa yang mudah teroksidasi (Simanjuntak, 2007).

Oksigen terlarut dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat. Kandungan DO minimum adalah 2 ppm dalam keadaan normal dan tidak tercemar oleh senyawa beracun (toksik) (Salmin 2005). Zulfarina *et al.* (2012), menyatakan bahwa alga *Chlorella pyrenoidosa* tumbuh sangat baik pada suhu sekitar 20-23°C.

2.5.4 Nitrat

Nitrat adalah bentuk nitrogen utama diperairan alami. Nitrat berasal dari ammonium yang masuk ke dalam badan sungai terutama melalui limbah domestik.

Nitrat dapat digunakan untuk mengklasifikasikan tingkat kesuburan perairan. nitrat (NO_3) merupakan zat hara anorganik yang diperlukan fitoplankton untuk pertumbuhan (Mustofa, 2015). Nitrat dapat merupakan faktor pembatas kesuburan. Kondisi optimum bagi pertumbuhan *Chlorella* sp, karena *Chlorella* sp memerlukan kandungan nitrat pada kisaran 0.9-3.5 mg/l. Kandungan nitrat dapat memengaruhi kelimpahan dari *Chlorella* sp. (Apriliyanti *et al.*, 2010).

2.5.5 Fosfat

Fosfat dan nitrat merupakan zat hara yang penting bagi pertumbuhan dan metabolisme fitoplankton yang merupakan indikator untuk mengevaluasi kualitas dan tingkat kesuburan perairan. Fosfat dan nitrat dibutuhkan untuk mendukung pertumbuhan organisme perairan terutama fitoplankton (Patty *et al.*, 2015). Fosfat merupakan nutrient esensial yang diperlukan oleh tanaman dalam proses pertumbuhan dan perkembangannya. Peningkatan fosfat menyebabkan kualitas air menjadi rendah yaitu menurunnya kadar oksigen terlarut pada perairan. Konsentrasi fosfat yang tinggi akan mengganggu proses metabolisme bahkan dapat mengakibatkan kematian pada organisme perairan (Lestari *et al.*, 2015). Nutrien dalam bentuk fosfat dimanfaatkan oleh mikroalga *Chlorella* sp. untuk pertumbuhan. Fosfat dimanfaatkan oleh *Chlorella* sp. untuk pembentukan klorofil dan pembelahan sel sehingga semakin cepat pembelahan sel maka semakin cepat pertumbuhan dan kepadatan sel. nilai fosfat yang optimum untuk kehidupan mikroalga adalah 0.018 – 27.8 mg/l (Febryanti *et al.*, 2016).

3. MATERI DAN METODE

3.1 Materi Penelitian

Pada penelitian ini materi yang digunakan adalah penggunaan pupuk urea dan TSP dengan rasio berbeda terhadap kandungan klorofil *Chlorella pyrenoidosa* sebagai parameter utama dan kualitas air suhu, pH, DO, Nitrat dan fosfat sebagai parameter pendukung.

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen atau percobaan. Menurut Hanifah (2008), Percobaan adalah suatu tindakan coba-coba atau "*Trial*" yang dirancang untuk menguji dari hipotesis yang diajukan. Percobaan merupakan suatu alat penelitian yang digunakan untuk menyelidiki suatu yang belum diketahui atau untuk menguji suatu teori atau hipotesis. Menurut Jaedun (2011), metode penelitian eksperimen pada umumnya digunakan dalam penelitian yang bersifat laboratoris. Menurutnya metode eksperimen merupakan penelitian yang dilakukan secara sengaja oleh peneliti dengan cara memberikan perlakuan tertentu terhadap subjek penelitian guna membangkitkan suatu kejadian yang akan diteliti bagaimana akibatnya.

3.3 Rancangan Percobaan

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), sebab dalam penelitian ini semua dikondisikan sama kecuali perlakuan. Perlakuan pada penelitian sebanyak 6 perlakuan dengan 3 kali ulangan (Kultur N:P). Semua analisis data penelitian dilakukan dengan menggunakan cara statistika dengan analisis ragam (ANOVA). Dosis yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan penelitian yang sudah pernah dilakukan sehingga diperoleh konsentrasi perlakuan pupuk sebagai berikut:

Kultur A (**N : P**):

K = Kontrol dengan 0 gram

A = Perlakuan dengan rasio N (pupuk urea) dan P (TSP) 1 : 1 (15 ppm : 15 ppm)

B = Perlakuan dengan rasio N (pupuk urea) dan P (TSP) 2 : 1 (30 ppm : 15 ppm)

C = Perlakuan dengan rasio N (pupuk urea) dan P (TSP) 3 : 1 (45 ppm : 15 ppm)

D = Perlakuan dengan rasio N (pupuk urea) dan P (TSP) 1 : 2 (15 ppm : 30 ppm)

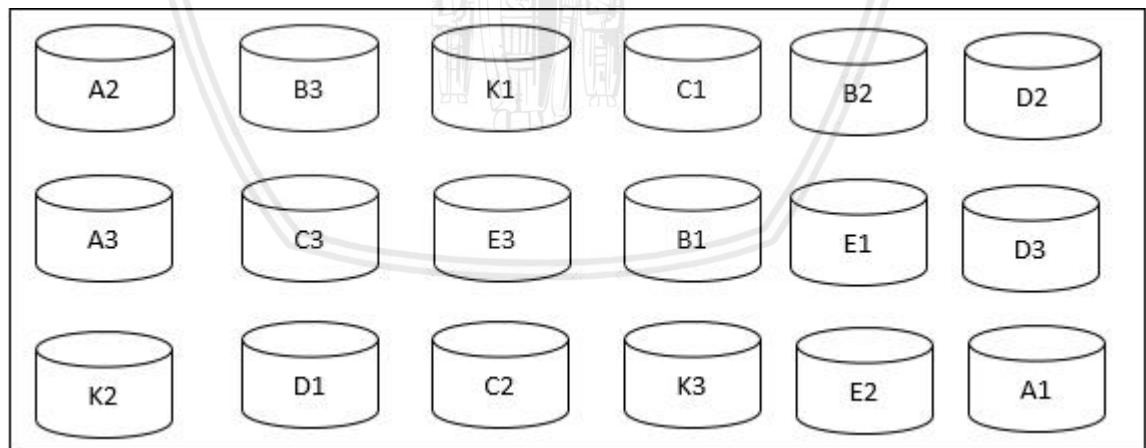
E = Perlakuan dengan rasio N (pupuk urea) dan P (TSP) 1 : 3 (15 ppm : 45 ppm)

1, 2, dan 3 = Ulangan

Denah penempatan perlakuan pada penelitian dibawah ini adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Perlakuan Rasio Pupuk Urea dan TSP

| Perlakuan | | Ulangan | | |
|--------------------|-------|---------|----|----|
| Pupuk | Rasio | 1 | 2 | 3 |
| Pupuk Urea dan TSP | A | A1 | A2 | A3 |
| | B | B1 | B2 | B3 |
| | C | C1 | C2 | C3 |
| | D | D1 | D2 | D3 |
| | E | E1 | E2 | E3 |
| | K | K1 | K2 | K3 |



Gambar 3. Rancangan Percobaan

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

3.4.1 Alat

Adapun alat-alat yang digunakan untuk melakukan kultur antara lain toples (volume 25 L) sebanyak 18 buah, aerator, batu aerasi, lampu, timbangan digital.

Alat-alat yang digunakan untuk menghitung sel yaitu mikroskop, haemocytometer, hand tally counter, beaker glass, pipet tetes. Selanjutnya alat yang digunakan untuk mengukur kualitas air yaitu DO meter, pH pen, thermometer, erlenmeyer, pipet tetes, pipet volume, gelas ukur, nampan, washing bottle, spektrofotometer, bola hisap, cuvet, corong, spatula, bola hisap, statif, hot plate. Alat-alat yang digunakan untuk pemanenan kultur yaitu beaker glass, toples volume 3L. Kemudian alat-alat yang diperlukan saat perhitungan Klorofil.

3.4.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan untuk kultur *Chlorella pyrenoidosa* yaitu bibit *Chlorella pyrenoidosa*, pupuk urea, pupuk TSP, air tawar, kertas label. Bahan-bahan yang digunakan untuk pengamatan sel *Chlorella pyrenoidosa* yaitu air sampel, alkohol 70%, tisu, aquadest. Bahan-bahan untuk mengukur kualitas air yaitu air sampel, aquadest, kertas label, kertas saring, asam fenol disulfonik, larutan NaOH, Indikator PP, Na_2CO_3 0,0454, larutan SnCl, Amonium molibdate, tisu. Bahan-bahan yang digunakan untuk pemanenan chlorell sp. yaitu kain saring atau plankton net. Bahan-bahan yang digunakan untuk pengukuran klorofil yaitu aseton 90%, MgCO_3 , aquades, kertas saring.

3.5 Prosedur Penelitian

Pengamatan kultur *Chlorella pyrenoidosa* hanya dilakukan selama 8 hari, karena pada hari ke 9 atau ke 10 fitoplankton sudah memasuki fase kematian. Setelah dilakukan pengkulturan *Chlorella pyrenoidosa* dipanen dan dilakukan perhitungan klorofil. Parameter yang diamati yaitu berupa parameter fisika, kimia dan biologi. Parameter fisika yaitu suhu. Sedangkan parameter kimia yaitu pH, DO, Nitrat, fosfat. Sedangkan parameter biologinya yaitu kandungan Klorofil *Chlorella pyrenoidosa*. Prosedur penelitian ini dapat dilihat dapat dilihat pada gambar 3 sebagai berikut:



Gambar 4. Alur Prosedur Penelitian

3.5.1 Sterilisasi Alat dan Media Penelitian

Proses sterilisasi peralatan yang akan digunakan yaitu dengan mencuci peralatan terlebih dahulu dengan menggunakan sabun dan dibilas menggunakan air tawar kemudian dikeringkan. Setelah dikeringkan di beri alkohol 95% dan dibiarkan hingga kering. Pada toples digunakan untuk kultur di beri kaporit dan didiamkan selama 1 hari, kemudian di cuci menggunakan sabun dan didiamkan hingga kering. Setelah beberapa menit kemudian bilas lagi dengan air tawar dan keringkan. Sedangkan untuk media kulturnya yaitu dengan merebus air tawar terlebih dahulu dan di diamkan selama 24 jam hingga dingin.

3.5.2 Persiapan Penelitian

a. Persiapan Wadah dan Peralatan

Pada persiapan penelitian yaitu menyiapkan 18 toples volume 25 L, aerator, batu aerator, dan peralatan penunjang lainnya yang sudah dilakukan sterilisasi.

b. Penentuan kepadatan Awal *Chlorella pyrenoidosa*

Penentuan kepadatan awal *Chlorella pyrenoidosa* pada penelitian ini bertujuan untuk memastikan jumlah kepadatan *Chlorella pyrenoidosa* yang ditebar pada tiap toples sama. Bibit *Chlorella pyrenoidosa* yang digunakan pada penelitian ini berasal dari kultur murni. Kepadatan awal *Chlorella pyrenoidosa* yang digunakan pada penelitian ini adalah 40.000 sel/ml pada

tiap satuan percobaan. Sebelum melakukan penebaran bibit dilakukan perhitungan kepadatan stok *Chlorella pyrenoidosa* dengan menggunakan *Sedgwick rafter*. Setelah itu dilakukan perhitungan volume bibit yang akan ditebar sebagai berikut dengan perhitungan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

Keterangan :

V1 : Volume Sampel *Chlorella pyrenoidosa* yang dibutuhkan (liter)

C1 : Kepadatan *Chlorella pyrenoidosa* pada toples stock (sel/liter)

V2 : Volume air pada toples percobaan (liter)

C2 : Kepadatan awal *Chlorella pyrenoidosa* pada toples percobaan (sel/liter)

c. Perhitungan Dosis Pupuk

Pupuk yang digunakan dalam penelitian ini adalah pupuk anorganik, yaitu pupuk urea dengan prosentase kandungan nitrogen sebesar 46% dan pupuk Triple Super Phosphate (TSP) dengan prosentase kandungan P₂O₅ (Fosfat) sebesar 46%. Rasio Kultur A (N : P) yang diberikan pada penelitian ini terdiri dari 5 perlakuan dan 1 kontrol atau tanpa penambahan pupuk.

Adapun dosis yang diberikan yaitu :

1. Rasio 1:1 (kadar Nitrat 15 ppm dan kadar Fosfat 15 ppm)
2. Rasio 2:1 (kadar Nitrat 30 ppm dan Kadar Fosfat 15 ppm)
3. Rasio 3:1 (kadar Nitrat 45 ppm dan Kadar Fosfat 15 ppm)
4. Rasio 1:2 (kadar Nitrat 15 ppm dan Kadar Fosfat 30 ppm)
5. Rasio 1:3 (kadar Nitrat 15 ppm dan Kadar Fosfat 45 ppm)

Penentuan pemberian pupuk didasarkan pada penelitian Fitriani *et al* (2017), berdasarkan hasil penelitiannya kepadatan rata-rata sel *S. costatum* diketahui bahwa perlakuan pupuk dengan dosis 15 ppm memiliki tingkat kepadatan lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya. Pemberian dosis yang tepat dapat meningkatkan nutrisi dan pakan alami fitoplankton. Sehingga pada penelitian ini saya juga akan menggunakan dosis 15 ppm terhadap jenis fitoplankton *Chlorella pyrenoidosa*. Kadar fosfat pada perlakuan A,B,C adalah sama yaitu 15 ppm, sedangkan kadar nitrat dihitung berdasarkan rasio yang diberikan pada tiap perlakuan, yaitu 15 ppm pada perlakuan A, 30 ppm pada perlakuan B dan 45 ppm pada perlakuan C. Kadar nitrat pada perlakuan A,D,E adalah sama yaitu 15 ppm. sedangkan kadar fosfat dihitung berdasarkan rasio yang diberikan pada tiap perlakuan, yaitu 15 ppm pada perlakuan A, 30 ppm pada perlakuan D dan 45 ppm pada perlakuan E. Penggunaan dosis N yang lebih tinggi dari dosis P diduga dapat meningkatkan kadar kandungan klorofil yang lebih tinggi, sedangkan penggunaan dosis P yang lebih tinggi dari dosis N diduga dapat meningkatkan kelimpahan dan pembelahan sel mikroalga yang lebih tinggi. Adapun perhitungan dosis pupuk dan jumlah pupuk yang diberikan dapat dilihat pada **lampiran**.

3.5.3 Pelaksanaan Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian pada kultur *Chlorella pyrenoidosa* adalah sebagai berikut :

1. Diletakan secara acak masing - masing toples sesuai perlakuan
2. Dimasukan media air tawar dengan volume 20 liter ke setiap toples.
3. Ditambahkan pupuk urea dan pupuk TSP dengan rasio 1 : 1(15 : 15 ppm), 2 : 1(30 : 15 ppm), 3 : 1(45 : 15 ppm), 1 : 2 (15 : 30 ppm), dan 1 : 3 (15 : 45 gram).

4. Proses selanjutnya diberi aerasi untuk menambahkan kandungan oksigen dalam air.
5. Dilakukan penebaran bibit *Chlorella pyrenoidosa* dengan kepadatan 4×10^5 sel/ml
6. Diletakan toples yang berisi kultur *Chlorella pyrenoidosa* pada tempat yang terkena cahaya lampu.
7. Mengamati pertumbuhan *Chlorella pyrenoidosa* setiap hari dimulai dari hari pertama penebaran dengan menggunakan mikroskop.

3.6 Prosedur Pengukuran Kualitas Air

3.6.1 Suhu

Suhu merupakan derajat panas dinginnya suatu zat. Suhu merupakan salah satu faktor abiotik penting yang memengaruhi aktivitas, konsumsi oksigen, laju metabolisme, sintasan dan pertumbuhan organism akuatik (Asnawia, 2014). Pada pengukuran suhu perairan, alat yang digunakan adalah termometer Hg. Menurut Hermawati *et al.* (2009), prosedur pengukuran suhu sebagai berikut:

1. Termometer dimasukkan ke dalam perairan.
2. Termometer dibiarkan selama ± 1 menit di dalam perairan.
3. Kemudian dilakukan pencatatan hasil yang tertera pada termometer.
4. Hasil pengukuran suhu dicatat dengan skala $^{\circ}\text{C}$.

3.6.2 Derajat Keasaman (pH)

Menurut Badan Standar Nasional (2004), pH dapat diukur menggunakan pH meter sesuai dengan SNI 06-6989.11-2004 dilakukan dengan cara:

1. pH meter dikeringkan dengan kertas tisu selanjutnya dibilas elektroda dengan air suling.
2. Elektroda dibilas dengan contoh uji
3. Elektroda dicelupkan ke dalam contoh uji sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap.

3.6.3 Disolved Oksigen (DO)

Menurut Hermawati *et al.* (2009), prosedur pengukuran oksigen terlarut (DO) menggunakan DO meter adalah sebagai berikut:

1. Alat DO meter dikalibrasi terlebih dahulu hingga menunjukkan angka nol
2. Ujung hitam DO meter dimasukkan kedalam media air percobaan
3. Ujung hitam DO meter dibiarkan kurang lebih tiga menit di dalam media air
4. Hasil pengukuran DO dicatat pada lembar data pengamatan.

3.6.4 Nitrat

Prosedur pengukuran nitrat yang dilakukan di laboratorium sumberpasir adalah sebagai berikut :

1. Dimasukkan ke dalam beaker glass sebanyak 25 ml air sampel yang sudah disaring
2. Dipanaskan sampai menghasilkan kerak nitrat
3. Kemudian didinginkan
4. Ditambahkan 0,5 ml asam fenol disulfonik dan aduk dengan spatula
5. Ditambahkan 2,5 ml aquadest
6. Ditambahkan tetes demi tetes NH_4OH sampai warna kekuningan
7. Ditambahkan aquadest sampai volume 25 ml
8. Kemudian dipanaskan dalam cuvet ± 10 ml
9. Ukur di spektrofotometer dengan panjang gelombang 410 nm
10. Nilai nitrat dicari dari persamaan :

$$Y = ax - b$$

Keterangan :

Nilai a dan b diperoleh dari persamaan larutan baku

Y : abs (yang sudah diukur di spektrofotometer)

X : nitrat dalam bentuk N

3.6.5 Fosfat

Prosedur pengukuran fosfat yang dilakukan di laboratorium sumberpasir adalah sebagai berikut :

1. Tambahkan 2 ml ammonium molybdate – asam sulfat kedalam masing – masing larutan standar yang telah dibuat dan dihomogenkan sampai larutan bercampur.
2. Tambahkan 5 tetes larutan SnCl₂ dan dikocok. Warna biru akan timbul (10 – 20 menit) sesuai dengan kadar fosfornya.
3. Ukur dan tuangkan 50 ml air sampel kedalam Erlenmeyer.
4. Tambahkan 2 ml ammonium molybdate dan dihomogenkan.
5. Tambahkan 5 tetes larutan SnCl₂ dan dihomogenkan.
6. Bandingkan warna biru air sampel dengan larutan standar, baik secara visual atau dengan spektrofotometer (panjang gelombang 690 μm).
7. Perhitungannya :

$$Y = ax + b$$

Keterangan :

Nilai a dan b diperoleh dari persamaan larutan baku

Y: abs (yang sudah diukur di spektrofotometer)

X: nilai fosfat

3.6.6 Pengamatan Pertumbuhan *Chlorella pyrenoidosa*

Menghitung kepadatan sel *Chlorella pyrenoidosa* dilakukan tiap dua hari sekali mulai awal hingga akhir penelitian dengan menggunakan Haemocytometer dan mikroskop dengan rumus kelimpahan sebagai berikut :

$$\text{Number cell/mm}^3 = \frac{N}{25 \times 16} : 1/4000$$

$$\text{Number cell/ml} = \frac{N}{25 \times 16} 4000 \times 1000$$

Keterangan :

N : Kelimpahan yang muncul

25 : jumlah kotak besar (1 mm)

16 : jumlah Kotak kecil (1 mm)

4000 : Volume setiap kotak kecil (mm³)

1000 : konversi dari mm³ ke ml

3.6.7 Metode Pengukuran Kandungan Klorofil

Menurut Julianti *et al.* (2016), analisis klorofil-a dilakukan dengan menggunakan rumus Vollenweider (1969) Dalam Boyd (1982) dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Menyaring air sampel sebanyak 500 ml menggunakan kertas saring atau filter Whatmann GF/C 42 µm dengan bantuan vakum pump.
- Menggerus larutan kertas saring sampai hancur merata dan ditambahkan aseton 90 %.
- Memasukkan sampel hasil saringan kedalam tabung reaksi 15 ml, lalu menambahkan 10 ml aseton 90 % dan ditutup dengan kertas aluminium foil.
- Mensentrifuse sampel yang telah diekstrak dengan kecepatan 1000 rpm dengan waktu 10 menit.
- Setelah itu dianalisis menggunakan spektrofotometri dengan panjang gelombang 665 nm dan 750 nm
- Konsentrasi klorofil-a dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{klorofil} - a = 11,9 (A655 - A750) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S}$$

Keterangan:

- A655 = Penyerapan spektrofotometer pada gelombang 655 nm
- A750 = Penyerapan spektrofotometer pada gelombang 750 nm
- V = Volume ekstrak aseton yang dipakai (ml)
- L = Diameter cuvet (1,5 cm)
- S = Volume air sampel yang digunakan (ml)
- 11,9 = konstanta (ketetapan)

3.6.8 Analisis Data

Analisis pemberian dosis N dan P yang berbeda terhadap kandungan Klorofil *Chlorella pyrenoidosa* dapat dianalisa menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan tingkat kepercayaan 95% untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh dari setiap perlakuan. Sebelum data dialalisa menggunakan ANOVA diperlukan uji normalitas data dengan menggunakan SPSS 2010 untuk menentukan data yang diperoleh dalam kategori data normal atau tidak. Uji kenormalan data dilakukan dengan tujuan apakah data dapat di analisis menggunakan uji ANOVA atau tidak. Analisis data Klorofil yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) karena pengukuran kandungan Klorofil *Chlorella pyrenoidosa* hanya dilakukan pada awal dan akhir penelitian. Sehingga tidak dipengaruhi oleh faktor waktu. Setiap perlakuan yang diuji cobakan diberikan 3 kali ulangan. Apabila pemberian rasio N : P memberikan pengaruh yang berbeda atau berbeda nyata ($F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$) terhadap kepadatan dan kandungan proksimat *Chlorella pyrenoidasa*, maka selanjutnya dilakukan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui perbedaan setiap perlakuan dengan selang kepercayaan 95%. Setelah dilakukan uji BNT,

dilanjutkan pemberian notasi untuk mengetahui perlakuan mana yang paling berpengaruh terhadap pertumbuhan dan kandungan Klorofil *Chlorella pyrenoidosa*.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kepadatan *Chlorella pyrenoidasa*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi kenaikan dan juga penurunan terhadap kepadatan *Chlorella pyrenoidosa* selama proses kultivasi. Adanya pertumbuhan pada sel fitoplankton ditandai dengan adanya kenaikan kepadatan pada sel fitoplankton (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Data hasil rata-rata kepadatan sel *Chlorella pyrenoidosa* dapat dilihat pada **tabel 2**.

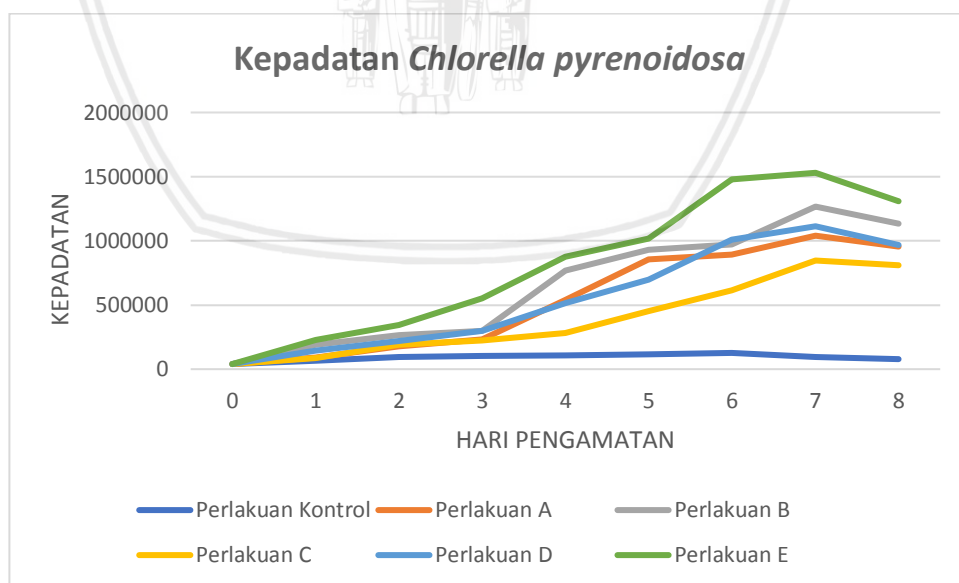
Tabel 2. Hasil rata-rata kepadatan *Chlorella pyrenoidosa* (sel/ml)

| Hari ke- | Perlakuan | | | | | |
|----------|-----------|---------|---------|--------|---------|---------|
| | Kontrol | A | B | C | D | E |
| 0 | 40000 | 40000 | 40000 | 40000 | 40000 | 40000 |
| 1 | 66667 | 90000 | 190000 | 86667 | 143333 | 226667 |
| 2 | 93333 | 176667 | 263333 | 190000 | 220000 | 343333 |
| 3 | 103333 | 233333 | 296667 | 223333 | 296667 | 553333 |
| 4 | 106667 | 540000 | 766667 | 283333 | 513333 | 876667 |
| 5 | 116667 | 856667 | 930000 | 453333 | 696667 | 1016667 |
| 6 | 126667 | 893333 | 970000 | 613333 | 1010000 | 1476667 |
| 7 | 96667 | 1040000 | 1266667 | 846667 | 1113333 | 1530000 |
| 8 | 76667 | 953333 | 1133333 | 810000 | 966667 | 1310000 |

Hasil perhitungan kepadatan *Chlorella pyrenoidosa* pada perlakuan tanpa pemberian pupuk N dan P sebagai kontrol diperoleh dengan rata-rata kepadatan sebesar 40.000 – 126.667 sel/ml. Perlakuan A diperoleh dengan rata-rata kepadatan 40.000 – 1.040.000 sel/ml. Perlakuan B diperoleh rata-rata sebesar 40.000 – 1.266.667 sel/ml. Pada perlakuan C sebesar 40.000 – 846.667 sel/ml. Perlakuan D diperoleh dengan rata-rata kepadatan 40.000 – 1.113.333 sel/ml. Sedangkan pada perlakuan E diperoleh dengan rata-rata kepadatan 40.000 – 1.530.000 sel/ml. Adanya kenaikan kepadatan sel karena adanya unsur hara dalam kultivasi yang dibutuhkan oleh fitoplankton untuk pertumbuhannya. Pada umumnya *Chlorella* sp. membutuhkan unsur makro N dan P dan berbagai unsur lainnya untuk meningkatkan laju pertumbuhan. Sehingga pada saat konsentrasi N

dan P optimal maka dapat mendukung pertumbuhan *Chlorella* sp. (Regista *et al.*,2017).

Tabel 2 Menunjukkan bahwa pada perlakuan tanpa diberi unsur N dan P (kontrol) terjadi kepadatan tertinggi pada hari ke-6 yaitu sebesar 126.667 sel/ml. Sedangkan pada perlakuan A dengan rasio N/P 1 : 1 didapatkan nilai tertinggi pada hari ke- 7 yaitu sebesar 1.040.000 sel/ml. Pada perlakuan B dengan rasio N/P 2 : 1 tertinggi pada hari ke- 7 yaitu 1.266.667 sel/ml dan diperlakuan C dengan rasio N/P 3 : 1 kepadatan tertinggi juga pada hari ke 7 yaitu sebsar 846.667 sel/ml. Pada perlakuan D dengan rasio N/P 1 : 2 kepadatan tertinggi pada hari ke- 7 yaitu 1.113.333 sel/ml dan diperlakuan E dengan rasio N/P 1 : 3 kepadatan tertinggi juga pada hari ke 7 yaitu sebesar 1.530.000 sel/ml. Kepadatan tertinggi terdapat perlakuan E (N/P 1 : 3) dikarenakan perlakuan E merupakan perlakuan dengan konsentrasi Fosfat yang paling tinggi dibanding perlakuan yang lain sehingga kepadatan nya lebih tinggi. Kenaikan dan penurunan kepadatan *Chlorella pyrenoidosa* dapat dilihat pada **gambar 4**.



Gambar 5. Rata-rata kepadatan *Chlorella pyrenoidosa*

Grafik tersebut menunjukkan pertumbuhan *Chlorella pyrenoidosa* yang terjadi pada setiap perlakuan. Padat tebar awal *Chlorella pyrenoidosa* pada setiap

perlakuan sama yaitu sebesar 40.000 sel/ml. Pada perlakuan tanpa penambahan Unsur N dan P atau disebut kontrol pada hari ke- 2 sampai hari ke- 6 merupakan fase eksponensial, dimana pada fase ini fitoplankton mengalami kenaikan tinggi. Sedangkan pada hari ke 6 sampai hari ke- 8 mengalami fase penurunan pertumbuhan. Pada perlakuan A, B, C,D,dan E *Chlorella pyrenoidosa* mengalami fase eksponensial pada hari ke- 2 sampai hari ke-7 dan pada hari ke 7 sampai hari ke 8 mengalami fase stasioner yang ditandai dengan penurunan kepadatan mikroalga. Hal tersebut terjadi karena ketersediaan nutrisi pada media kultivasi sudah menurun akibat dipergunakan mikroalga untuk pertumbuhannya. Fase eksponensial ditandai dengan meningkatnya kepadatan populasi secara signifikan dalam waktu tertentu, pada fase ini terjadi proses pembelahan sel yang menyebabkan meningkatnya pertumbuhan mikroalga. Fase stasioner adalah fase dimana terjadi penurunan jumlah/kepadatan plankton, pada fase ini laju kematian lebih cepat dibandingkan laju pertumbuhan. Laju kematian plankton dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi dan umur plankton itu sendiri (Astiani *et al.*, 2016).

Berdasarkan hasil dari rata – rata kepadatan *Chlorella pyrenoidosa* yang dianalisis menggunakan uji ANOVA dengan kepercayaan 95% didapatkan hasil nilai yang beda nyata sig < 0,05 ($P < 0,05$) pada pengaruh perlakuan (faktor A), pengaruh waktu (faktor B) dan pengaruh antar kedua faktor. Ini disebabkan karena Nutrien atau unsur hara merupakan parameter penting yang mendukung pertumbuhan mikroalga *Chlorella* sp. Unsur-unsur hara berperan dalam pembentukan protein dan membentuk warna hijau pada *Chlorella* sp. Keberadaan nutrisi dan keadaan lingkungan sangat memengaruhi kehidupan mikroalga. Mikroalga yang dikultivasi memerlukan nutrisi yang lebih tinggi untuk memenuhi kebutuhannya. Apabila nutrisi tersebut tidak tercukupi dapat menyebabkan kematian (Regista *et al.*, 2017). Tabel anova untuk kepadatan *Chlorella pyrenoidosa* dapat dilihat pada **tabel.3**

Tabel 3. ANOVA kepadatan *Chlorella pyrenoidosa*

Dependent Variable:KEPADATAN

| Source | Type III Sum of Squares | Df | Mean Square | F | Sig. |
|-------------------|-------------------------|-----|-------------|---------|------|
| Corrected Model | 3.086E13 ^a | 53 | 5.823E11 | 91.722 | .000 |
| Intercept | 4.179E13 | 1 | 4.179E13 | 6.583E3 | .000 |
| WAKTU | 1.799E13 | 8 | 2.249E12 | 354.290 | .000 |
| PERLAKUAN | 8.274E12 | 5 | 1.655E12 | 260.685 | .000 |
| WAKTU * PERLAKUAN | 4.593E12 | 40 | 1.148E11 | 18.088 | .000 |
| Error | 6.856E11 | 108 | 6.348E9 | | |
| Total | 7.334E13 | 162 | | | |
| Corrected Total | 3.155E13 | 161 | | | |

Adanya pengaruh berbeda nyata pada uji ANOVA ditunjukkan dengan nilai Sig dari perlakuan dan hari yang ternyata lebih kecil dari 0,05, sehingga perlu dilakukan uji BNT untuk mengetahui perlakuan dan uji BNJ untuk mengetahui hari yang paling berpengaruh terhadap kepadatan *Chlorella pyrenoidosa*. Uji BNT dan BNJ terhadap pengaruh kepadatan *Chlorella pyrenoidos* dapat dilihat pada **tabel 4 dan 5**.

Tabel 4. Uji BNT perlakuan terhadap kepadatan *Chlorella pyrenoidosa*

| Perlakuan | R |
|-----------|---------------------|
| K | 91852 ^a |
| C | 394074 ^b |
| A | 535925 ^c |
| D | 555556 ^c |
| B | 650740 ^d |
| E | 819259 ^e |

Tabel 5. Uji BNJ hari terhadap kepadatan *Chlorella pyrenoidosa*

| perlakuan | R |
|-----------|---------------------|
| 0 | 40000 ^a |
| 1 | 133889 ^b |
| 2 | 214444 ^c |
| 3 | 284444 ^d |
| 4 | 514444 ^e |
| 5 | 678333 ^f |
| 6 | 848333 ^g |
| 8 | 982222 ^g |
| 7 | 982222 ^h |

Berdasarkan hasil uji BNT yang ditunjukkan pada tabel menunjukkan bahwa semua perlakuan pemberian pupuk unsur N dan P memiliki perbedaan yang signifikan terhadap kelimpahan *Chlorella pyrenoidosa*. Rata-rata perlakuan tanpa pemberian pupuk atau kontrol sebesar 91.852 sel/ml dengan notasi a. Rata-rata perlakuan A (rasio N/P 1:1) sebesar 535.925 sel/ml dengan notasi c. Pada perlakuan B (rasio N/P 2:1) sebesar 650.740 sel/ml dengan notasi d. Sedangkan perlakuan C (rasio N/P 3:1) sebesar 394.074 sel/ml dengan notasi b. Pada perlakuan D (rasio N/P 1:2) sebesar 555.556 sel/ml dengan notasi c. Sedangkan perlakuan E (rasio N/P 1:3) sebesar 819.259 sel/ml dengan notasi e. Oleh sebab itu perlakuan E yang paling berpengaruh terhadap pertumbuhan *Chlorella pyrenoidosa* dikarenakan memiliki notasi yang paling tinggi. Perlakuan E (rasio N/P 1:3) merupakan perlakuan dengan rasio yang paling optimal untuk pertumbuhan *Chlorella pyrenoidosa* sehingga memiliki kepadatan paling tinggi. Fosfat merupakan salah satu unsur makronutrien yang dibutuhkan untuk meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan sel, semakin tinggi konsentrasi maka kepadatan juga semakin tinggi, namun apabila konsentrasinya sangat tinggi maka dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan mikroalga (Agustini, 2011). Adapun konsentrasi Fosfat yang maksimal bagi pertumbuhan dan perkembangan mikroalga sebesar 5,51 mg/l (Naswansih *et al.*, 2016).

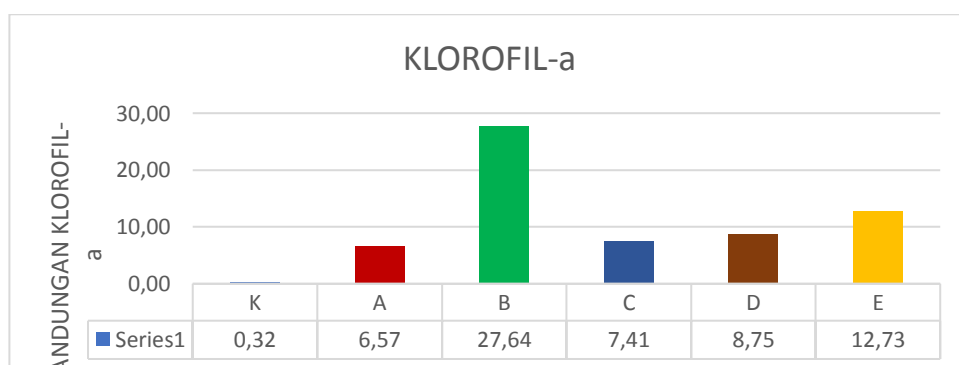
Berdasarkan tabel 5 uji BNJ waktu terhadap kepadatan *Chlorella pyrenoidosa* didapatkan nilai rata-rata tertinggi yaitu pada hari ke 7, ini dikarenakan hari ke 7 merupakan fase eksponensial pertumbuhan *Chlorella pyrenoidosa*. Fase eksponensial puncak adalah bibit yang sedang mengalami pertumbuhan maksimal dan kepadatannya juga maksimal. ketersediaan nutrisi pada fase eksponensial dan aktivitas pertumbuhan sel *Chlorella sp.* dalam keadaan paling optimal (Mufidah *et al.*, 2017).

4.2 Analisis Kandungan Klorofil *Chlorella pyrenoidosa*

4.2.1 Klorofil-a

Pengukuran kandungan Klorofil *Chlorella pyrenoidosa* pada penelitian ini dilakukan sebanyak 1 kali yaitu pada akhir penelitian di Laboratorium UPT Sumberpasir, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur. nilai klorofil pada *Chlorella pyrenoidosa* dapat dilihat pada lampiran.

Hasil pengukuran kandungan Klorofil pada perlakuan tanpa pemberian pupuk N dan P atau sebagai kontrol didapatkan rata-rata nilai klorofil sebanyak 0,32 mg/m³. Perlakuan A (rasio N/P 1:1) didapatkan nilai rata-rata klorofil 6,57 mg/m³. Pada perlakuan B (Rasio N/P 2:1) didapatkan nilai rata-rata klorofil *Chlorella pyrenoidosa* sebesar 27,84 mg/m³. Sedangkan perlakuan C (rasio N/P 3:1) didapatkan nilai rata-rata klorofil sebesar 7,41 mg/m³. Pada perlakuan D (Rasio N/P 1:2) didapatkan nilai rata-rata klorofil *Chlorella pyrenoidosa* sebesar 8,75 mg/m³. Sedangkan pada perlakuan E (Rasio N/P 1:3) didapatkan nilai rata-rata klorofil *Chlorella pyrenoidosa* sebesar 12,73 mg/m³. klorofil pada mikroalga sangat dipengaruhi oleh nutrisi atau pupuk yang diberikan. Nitrogen merupakan nutrien yang dibutuhkan paling banyak untuk pertumbuhan fitoplankton yaitu sebagai unsur penting dalam pembentukan klorofil (Wiryadi ,2018). Adapun grafik nilai klorofil dapat dilihat pada **gambar 5**.



Gambar 6. Grafik rata-rata nilai klorofil *Chlorella pyrenoidosa*

Berdasarkan grafik tersebut nilai rata-rata klorofil terkecil yaitu pada perlakuan kontrol dengan nilai 0,32 mg/m³. Sedangkan rata-rata kandungan klorofil paling tinggi pada perlakuan B yaitu sebesar 27,64 mg/m³. Berdasarkan hasil tersebut dapat dikatakan bahwa rasio N/P 2:1 merupakan rasio pupuk yang optimal untuk *Chlorella pyrenoidosa* untuk meningkatkan kandungan klorofil. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa konsentrasi pupuk yang terlalu rendah atau terlalu tinggi menghasilkan klorofil yang lebih rendah dibanding konsentrasi optimum. Hal ini dikarenakan pada konsentrasi yang rendah, jumlah nutrisi juga rendah sehingga *Chlorella* sp. kekurangan nutrisi untuk berfotosintesis. Sedangkan pada konsentrasi yang terlalu tinggi, efektivitas pemanfaatan nutrisi semakin rendah serta adanya perbedaan biovolume pada masing-masing individu fitoplankton (Mamduh, 2012). Nitrogen diperlukan sebagai bahan dasar penyusunan protein dan pembentukan klorofil dalam proses fotosintesis. Kekurangan N akan berpengaruh terhadap penurunan jumlah pigmen. Tidak tersedianya nutrisi akan mengakibatkan pertumbuhan *Chlorella* sp. terganggu. Oleh karena itu, dalam kultur dan peningkatan kandungan klorofil *Chlorella* sp. sangat dibutuhkan bahan-bahan organik yang mengandung unsur nitrogen yang cukup (Agustini, 2014). Menurut Arifin (2009), bahwa kandungan klorofil dalam fitoplankton tergantung ukuran individu fitoplankton, walaupun fitoplankton melimpah, tetapi bila ukuran kloroplasnya kecil maka butir klorofil yang terkandung dalam sel fitoplankton tersebut sedikit.

Hasil dari kandungan klorofil *Chlorella pyrenoidosa* yang dianalisis menggunakan ANOVA dengan tingkat kepercayaan 95% didapatkan hasil yaitu berbeda nyata atau berpengaruh nyata dengan nilai sig < 0,05. Hal ini disebabkan karena pembentukan klorofil *Chlorella* sp. dipengaruhi oleh kandungan nutrisi yang tersedia pada media kultur *Chlorella* sp. Salah satu unsur yang dibutuhkan oleh fitoplankton dalam proses pertumbuhan adalah nitrogen (N). Nitrogen

merupakan bagian dari molekul klorofil, kekurangan unsur ini akan menghambat pembentukan klorofil (Riyono, 2007). Hasil uji ANOVA kandungan klorofil *Chlorella pyrenoidosa* dapat dilihat pada **table 6**.

Tabel 6. Uji ANOVA klorofil *Chlorella pyrenoidosa*

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|---------|------|
| Corrected Model | 1291.073 ^a | 5 | 258.215 | 14.521 | .000 |
| Intercept | 2011.260 | 1 | 2011.260 | 113.109 | .000 |
| PERLAKUAN | 1291.073 | 5 | 258.215 | 14.521 | .000 |
| Error | 213.379 | 12 | 17.782 | | |
| Total | 3515.712 | 18 | | | |
| Corrected Total | 1504.453 | 17 | | | |

Adanya pengaruh yang berbeda nyata pada uji ANOVA ditunjukkan dengan nilai sig < 0,05, sehingga perlu dilakukan uji BNT untuk mengetahui perlakuan yang paling berpengaruh terhadap kandungan klorofil *Chlorella pyrenoidosa*. Uji BNT pada kandungan protein *Chlorella pyrenoidosa* dapat dilihat pada **tabel 7**.

Tabel 7. Uji BNT perlakuan terhadap kandungan klorofil *Chlorella pyrenoidosa*

| Perlakuan | R |
|-----------|--------------------|
| Kontrol | 0.32 ^a |
| A | 6.57 ^b |
| C | 7.41 ^b |
| D | 8.75 ^b |
| E | 12.73 ^b |
| B | 27.64 ^c |

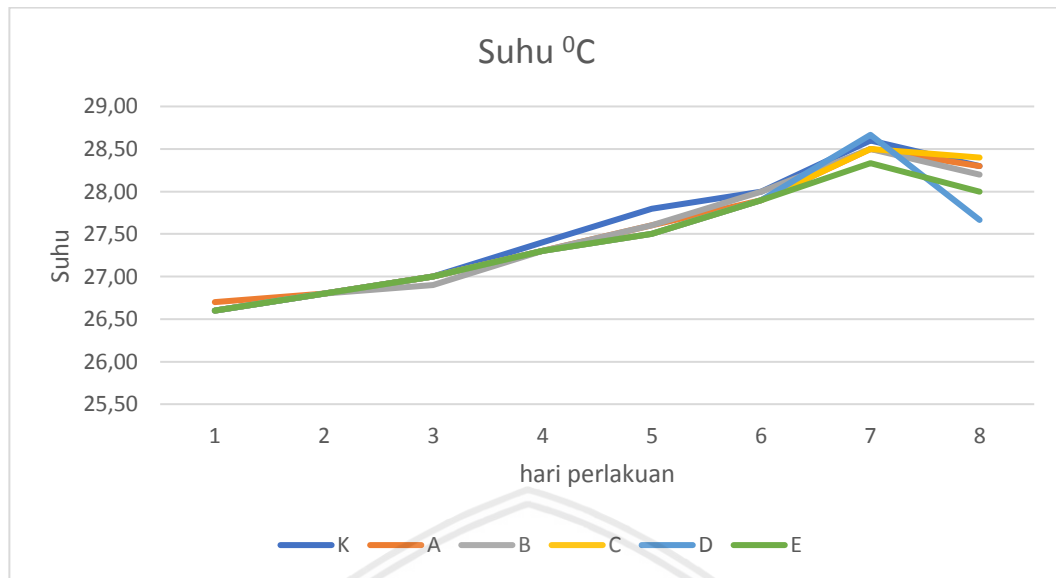
Berdasarkan dari uji BNT yang ditunjukkan pada table 7 dapat disimpulkan bahwa perlakuan tanpa pemberian unsur N dan P atau sebagai kontrol, A (rasio N/P 1:1), B (rasio N/P 2:1), C (rasio N/P 3:1), D (rasio N/P 1:2), dan E (rasio N/P 1:3) memiliki pengaruh yang berbeda terhadap kandungan klorofil *Chlorella pyrenoidosa*. Perlakuan kontrol sebesar 0,32 mg/m³ memiliki notasi a, perlakuan A dengan nilai klorofil sebesar 6,57 mg/m³ diberi notasi b, perlakuan B dengan

nilai kandungan klorofil sebesar 27,64 mg/m³ memiliki notasi c. Pada perlakuan C dengan nilai kandungan klorofil sebesar 7,41 mg/m³ memiliki notasi b. Pada perlakuan D dengan nilai kandungan klorofil sebesar 8,75 mg/m³ memiliki notasi b, dan Pada perlakuan E dengan nilai kandungan klorofil sebesar 12,73 mg/m³ juga memiliki notasi b. Sehingga perlakuan yang paling berpengaruh terhadap kandungan klorofil *Chlorella pyrenoidosa* yaitu perlakuan B (rasio N/P 2:1) dengan notasi yang paling tinggi. Uslu *et al.* (2011), menyatakan bahwa kandungan nitrogen dapat meningkatkan kandungan Klorofil pada mikroalga. Semakin optimal nilai nitrogen kandungan protein akan semakin baik. Klorofil merupakan zat pembawa warna hijau tumbuhan termasuk fitoplankton. Komponen utama penyusun klorofil adalah nitrogen (N). Nitrogen diperlukan sebagai bahan dasar penyusun protein dan pembentukan klorofil dalam proses fotosintesis. Kekurangan N akan berpengaruh terhadap penurunan jumlah pigmen dan sel (Riyono, 2007).

4.3 Data Kualitas Air

4.3.1 Suhu

Suhu adalah salah satu faktor yang berpengaruh terhadap produktifitas mikroalga, karena setiap spesies mempunyai suhu optimalnya tersendiri. Peningkatan suhu air menyebabkan peningkatan aktivitas sel sehingga metabolisme berjalan lebih cepat. Akan tetapi suhu yang tinggi menyebabkan kematian dengan cepat (Regista *et al*, 2015). Pengukuran suhu pada penelitian ini dilakukan setiap hari sekali mulai dari awal penelitian sampai akhir penelitian pada pukul 10.00 WIB. Data pengamatan suhu harian dapat dilihat pada **lampiran**. Grafik rata-rata suhu dapat dilihat pada **gambar 6**.

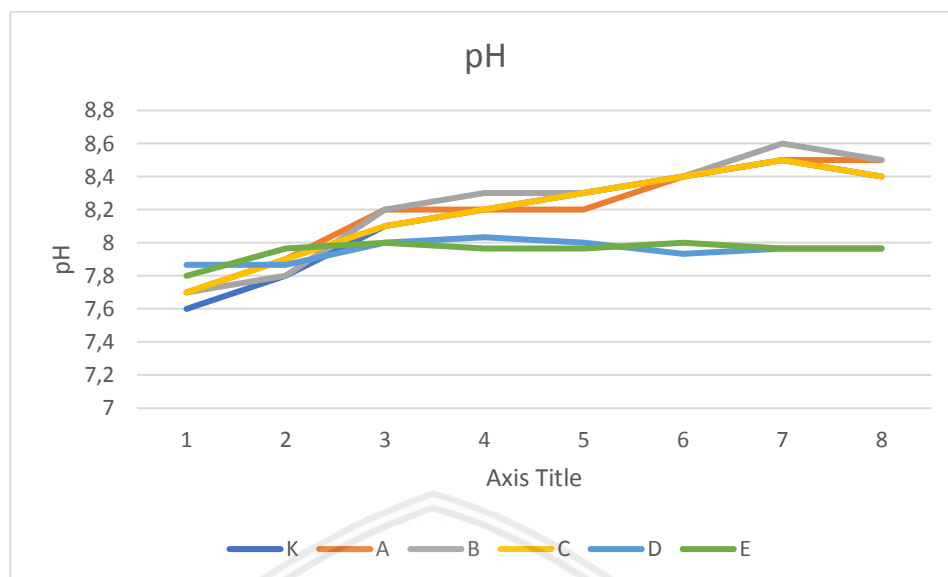


Gambar 7. Rata-rata Suhu

Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui bahwa nilai suhu pada penelitian ini berkisar antara 26,6 – 28,6°C. Perubahan suhu selama penelitian tidak jauh berbeda pada setiap perlakuan. karena dalam kultur skala laboratorium nilai suhu sudah diatur pada awal dilakukan penelitian. Sehingga suhu tidak dipengaruhi oleh kondisi di alam. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan De La Noue dan De Paw, 1998 dalam Regista *et al* (2017) bahwa suhu optimal untuk pertumbuhan mikroalga berkisar 15 °C sampai 30 °C, hal ini berarti suhu selama penelitian terletak pada kisaran suhu optimal.

4.3.2 pH

pH merupakan salah satu faktor yang dapat memengaruhi proses metabolisme sel mikroalga. Derajat keasaman media menentukan kelarutan dan ketersediaan ion mineral sehingga dengan ketersediaan nutrient yang cukup akan memengaruhi penyerapan nutrient oleh sel (Becker, 2003). Pengukuran pH pada penelitian ini dilakukan setiap hari pada pukul 10.00 WIB. Data pH harian pada penelitian dapat dilihat pada **lampiran**. Grafik nilai pH dapat dilihat pada **gambar 7**.



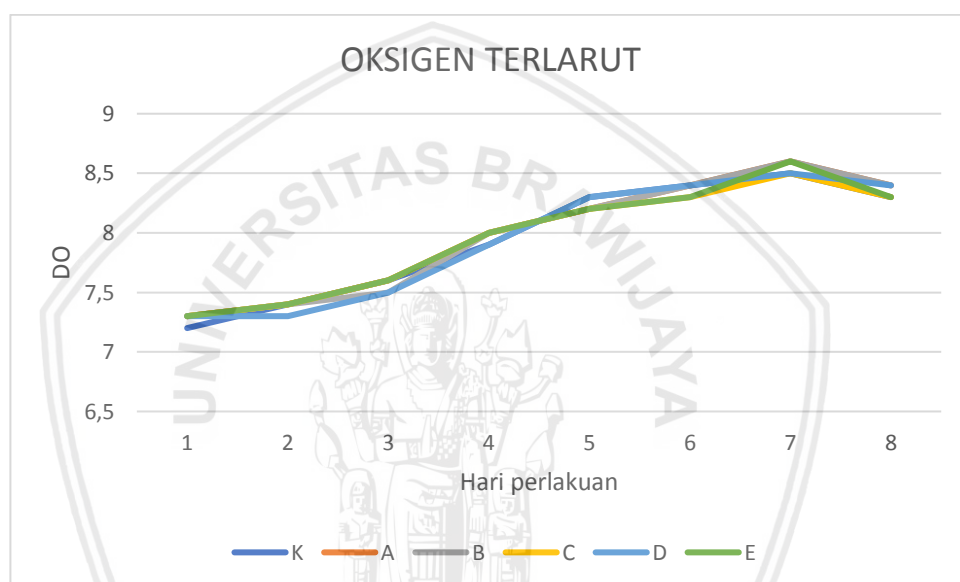
Gambar 8. Rata-rata Ph

Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui bahwa selama penelitian pH mengalami kenaikan. Terjadinya peningkatan pH selama penelitian diasumsikan sejalan dengan peningkatan kepadatan alga, dimana meningkatnya kepadatan alga berarti meningkatkan metabolisme di dalam media kultur. Pertumbuhan alga *Chlorella pyrenoidosa* akan lebih baik pada rentang pH yang bersifat sedikit lebih biasa dibandingkan rentang pH asam (Zulfarina *et al.*, 2013). Hasil pengukuran pH selama penelitian sebesar 7,5 - 8,7. Kisaran pH ini masih dalam kisaran yang baik untuk kultur *Chlorella* sp. Derajat keasaman air pada media pertumbuhan pakan alami berkisar antara 6-9. pH yang melebihi batas optimum atau dibawah batas optimum, maka kecepatan pertumbuhan alga akan menurun. Media kultur yang dipergunakan untuk mengkultur mikroalga sering mengalami perubahan pH. Meningkatnya pH ini disebabkan oleh fotosintesis maupun proses lain (Utami *et al.*, 2012).

4.3.3 Oksigen Terlarut

Kadar oksigen terlarut merupakan banyaknya oksigen yang terdapat pada kultur alga *Chlorella pyrenoidosa*. Oksigen merupakan salah satu gas yang terlarut, dengan kadar bervariasi yang dipengaruhi oleh suhu. Fitoplankton mampu

menghasilkan oksigen terlarut pada saat proses fotosintesis, dimana energi yang diserap oleh klorofil digunakan untuk menguraikan molekul air. Nilai DO pada penelitian ini tidak menunjukkan perbedaan nilai yang signifikan. Karena setiap perlakuan diberi aerasi yang sama, sehingga nilai DO tidak jauh berbeda pada setiap perlakuan. Pengukuran nilai DO dilakukan setiap hari sekali pukul 10.00 WIB. Data nilai DO dapat dilihat pada **lampiran**. Grafik rata-rata nilai DO dapat dilihat pada **gambar 8**.



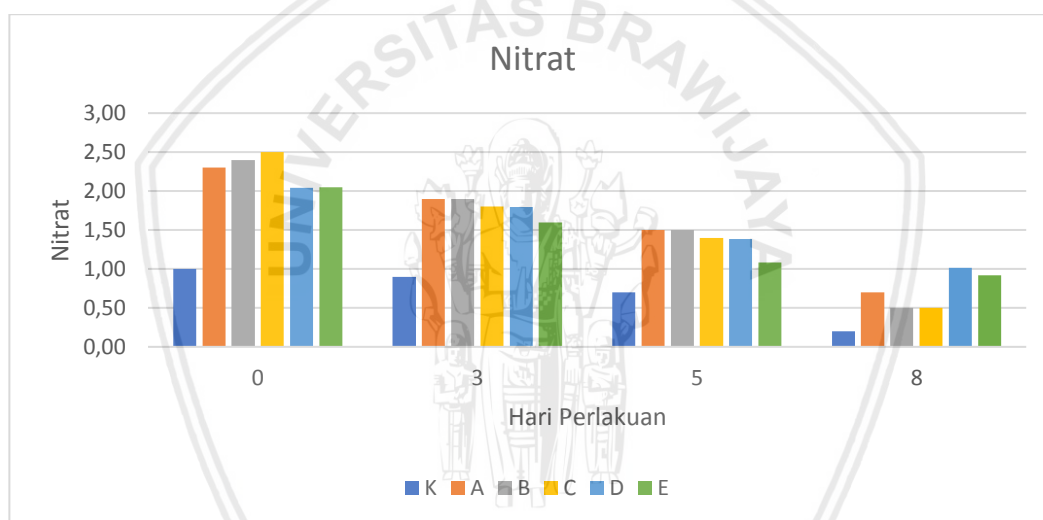
Gambar 9. Rata-rata DO

Berdasarkan grafik tersebut ditunjukkan bahwa rata-rata nilai DO selama penelitian berkisar antara 7,2 - 8,6 mg/l. Terjadinya kenaikan nilai DO selama penelitian diduga karena adanya peningkatan fotosintesis yang menghasilkan O^2 . Sumber O^2 pada media penelitian berasal dari penguraian molekul H^2O dalam proses fotosintesis mikroalga *Chlorella pyrenoidosa* dan juga adanya aerasi. Perubahan nilai DO ini disebabkan oleh peningkatan fotosintesis yang disebabkan oleh metabolisme sel-sel *Chlorella* sp. Peningkatan kandungan oksigen tersebut lebih disebabkan karena terdapat suplai yang besar dari hasil fotosintesis dan aerasi. Sedangkan pada nilai DO yang menurun disebabkan karena proses

fotosintesis yang tidak lancar karena kondisi lingkungan media dan pencahayaan (Widiyanto *et al*, 2014)

4.3.4 Nitrat

Pengukuran Nitrat selama penelitian dilakukan sebanyak 4 kali selama penelitian yaitu pada hari ke 1, ke- 3, ke-5 dan ke-8. Nilai nitrat selalu mengalami penurunan selama penelitian. Hal tersebut dikarenakan unsur Nitrat merupakan unsur hara yang sangat dibutuhkan selama masa pertumbuhan fitoplankton. Data hasil pengukuran konsentrasi Nitrat dapat dilihat pada **lampiran**. Gambar grafik nilai nitrat dapat dilihat pada **gambar 9**.



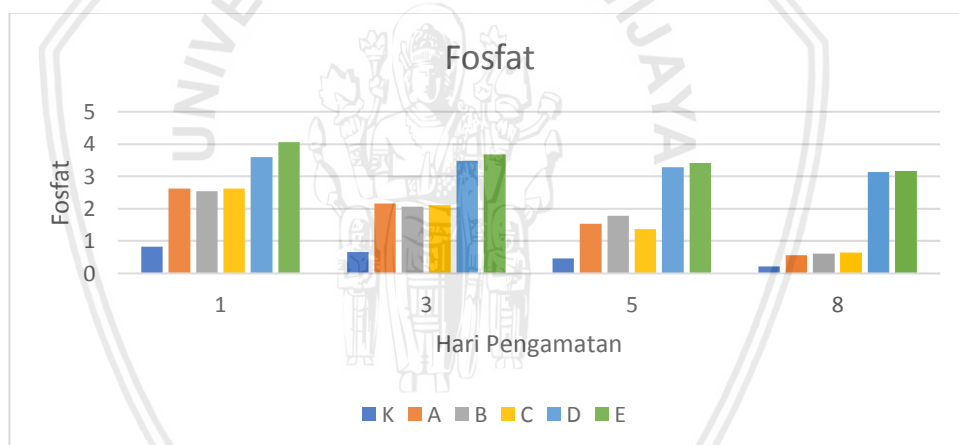
Gambar 10. Rata-rata Nitrat

Berdasarkan grafik tersebut dapat diketahui bahwa konsentrasi Nitrat pada kontrol berkisar antara 0,2 – 1,0 ppm. Pada perlakuan A konsentrasi Nitrat berkisar antara 0,7 – 2,3 ppm. Pada perlakuan B konsentrasi Nitrat berkisar antara 0,5 – 2,4 ppm dan pada perlakuan C konsentrasi Nitrat berkisar antara 0,5 – 2,4 ppm. Konsentrasi Nitrat mengalami penurunan disetiap harinya, hal tersebut disebabkan karena adanya pemanfaatan kandungan Nitrat oleh *Chlorella pyrenoidosa* untuk pertumbuhannya. Nitrat merupakan zat hara yang sangat penting bagi pertumbuhan dan pembentuk protein bagi fitoplankton.

Penurunan konsentrasi nitrat tertinggi terjadi pada hari ke- 5 sampai hari ke- 8 dengan rata-rata penurunan sebesar 0,5 – 1,0 ppm. Menurut Sidabutar *et al.* (2016), Nitrat mengalami penurunan karena dimanfaatkan oleh mikroalga *Chlorella sp.* Sebagai nutrisi pertumbuhannya untuk sintesis protein. Untuk mendukung pertumbuhan *Chlorella* dengan baik kisaran nitrat yaitu antara 0,9 – 3,5 ppm. Pada kadar di bawah 0,1 fitoplankton tidak tumbuh dengan baik (Amini dan Syamdidi, 2006).

4.3.5 Fosfat

Pengukuran konsentrasi fosfat selama penelitian dilakukan sebanyak 4 kali pada hari ke- 1, hari ke- 3, hari ke- 5 dan hari ke-8. Data hasil pengamatan dapat dilihat pada lampiran. nilai rata – rata fosfat dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 11. Rata-rata Fosfat

Berdasarkan pada grafik rata-rata fosfat dapat diketahui bahwa konsentrasi fosfat pada kontrol berkisar antara 0,21 – 0,82 ppm. Pada perlakuan A konsentrasi fosfat berkisar antara 0,57 – 2,62 ppm. Pada perlakuan B berkisar antara 0,61 – 2,55 ppm. Pada perlakuan C berkisar antara 0,65 – 2,62 ppm. Pada perlakuan D berkisar antara 3,14 – 3,60 ppm dan pada perlakuan E berkisar antara 3,16 – 4,05 ppm. penurunan nilai fosfat terjadi dikarenakan fosfat dimanfaatkan oleh *Chlorella sp.* untuk pembentukan klorofil dan pertumbuhannya. Menurut Raharjo (2007), fosfat merupakan nutrisi esensial yang diperlukan oleh

mikroalga dalam proses pertumbuhan dan perkembangannya sehingga semakin cepat pembelahan sel maka semakin cepat pertumbuhan dan kepadatan sel. Pertumbuhan fitoplankton akan melimpah apabila kadar ortofosfat yang optimal bagi pertumbuhan fitoplankton adalah 0.27-5.5 mg/L, apabila kadarnya kurang dari 0.02 mg/L maka ortofosfat menjadi faktor pembatas (Sidabutar *et al.*, 2006).

4.3.6 Pengaruh Keberadaan N dan P Terhadap Pembentukan Klorofil *Chlorella pyrenoidosa*

Faktor utama yang dibutuhkan untuk pembentukan klorofil-a adalah nutrisi dan cahaya. Menurut Aslan, (1998) menyatakan bahwa pertumbuhan dan perkembangan mikroalga membutuhkan kualitas cahaya serta nutrisi yang cukup seperti nitrat dan fosfat. Nitrat dan fosfat diperlukan sebagai bahan dasar penyusun protein dan pembentukan klorofil dalam proses fotosintesis. Klorofil adalah zat pembawa warna hijau pada tumbuhan (Carter, 1996). Komponen utama penyusun klorofil adalah N. N diperlukan sebagai bahan dasar penyusun protein dan pembentukan klorofil dalam fotosintesis. Semakin banyak pembentukan klorofil maka proses fotosintesis semakin optimal (Jadid, 2008).

Nitrat merupakan bentuk utama senyawa nitrogen di dalam perairan alami dan berperan sebagai sumber pakan utama bagi pertumbuhan alga. Senyawa ini diperoleh dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan (Effendi, 2003). Menurut Yuli dan Kusruani (2005), bahwa nitrat adalah sumber nitrogen dalam air tawar maupun air laut. Bentuk lain dari unsur nitrogen adalah dalam bentuk ammonia, nitrit dan komponen organik. Nitrogen juga merupakan bagian dari molekul klorofil, definisi unsur ini akan menghambat pembentukan klorofil. Nitrogen merupakan kebutuhan pokok bagi seluruh organisme terutama fitoplankton untuk tumbuh dan berkembang. Nitrogen yang terdapat dalam organisme yang telah mati diuraikan oleh bakteri menjadi bentuk nitrogen organik siap pakai (nitrat). Senyawa ini merupakan salah satu senyawa sel nutrisi yang

berfungsi untuk merangsang pertumbuhan, sehingga secara langsung dapat mengontrol produksi primer (Riyono, 2007).

Fosfor di perairan terdapat dalam tiga bentuk, yaitu orthifosfat, metafosfat, polyfosfat, dari ketiga bentuk tadi hanya orthofosfat yang dimanfaatkan mikroalga. Hal ini karena fosfor merupakan bagian dari inti sel, sangat penting dalam pembelahan sel dan juga sebagai penyusun lemak dan protein (Subarijanti, 2005). Fosfor merupakan unsur yang esensial bagi tumbuhan tingkat tinggi dan alga (Effendi, 2003)

Keberadaan unsur P terhadap pembentukan klorofil *Chlorella pyrenoidosa* sangat berpengaruh karena peran unsur P berperan dalam hal penyimpanan dan pemindahan energi serta reaksi biokimia seperti pemindahan ion, kerja osmotik, reaksi fotosintesis, dan glikolisis yang sangat berpengaruh dalam proses fotosintesis dalam membentuk klorofil. Kekurangan fosfor menyebabkan sel-sel alga mengalami penurunan kandungan protein diikuti degradasi berbagai komponen sel yang berkaitan dengan sintesa protein termasuk karotenoid. Di dalam sel terdapat organel yang bernama ribosom yang tugasnya adalah mensintesis protein, serta DNA yang membentuk gen yang berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan respon terhadap cahaya atau penyimpanan dan pelepasan energi dalam bentuk Adenin Trifosfat (ATP).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Penambahan rasio pupuk N dan P ke dalam media kultur *Chlorella pyrenoidosa* berpengaruh terhadap peningkatan kandungan klorofil.
2. Produksi klorofil tertinggi diperoleh pada perlakuan B (Rasio N/P 2:1) didapatkan nilai rata-rata klorofil *Chlorella pyrenoidosa* sebesar 27,84 mg/m³. Berdasarkan hasil tersebut dapat dikatakan bahwa rasio N/P 2:1 merupakan rasio pupuk yang optimal *Chlorella pyrenoidosa* untuk meningkatkan kandungan klorofil.

5.2 SARAN

Pupuk N dan P dengan rasio N/P 2:1 disarankan sebagai rasio yang paling optimal bagi *Chlorella pyrenoidosa* untuk meningkatkan kandungan klorofil. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dalam metode pembuatan rasio pupuk N dan P terutama tentang faktor-faktor yang mempengaruhi agar penerapan kultur berjalan sempurna. :

DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, Ni Wayan Sri. 2014. *Kandungan Pigmen Astaxanthin Dari Mikroalga Botryococcus Braunii Pada Berbagai Penambahan Nitrogen Dan Phosphor*. Pusat Penelitian Bioteknologi-Lipi.
- Amanatin, D. Riesya. (2013). *Pengaruh Kombinasi Konsentrasi Media Ekstrak Tauge (Met) Dengan Pupuk Urea Terhadap Kadar Protein Spirulina Sp . Jurnal Sains Dan Seni Pomits, 2(2), 2–5.*
- Amini Sri Dan Syamdidi. 2005. *Konsentrasi Unsur Hara Pada Media Dan Pertumbuhan Chlorella Vulgaris Dengan Pupuk Anorganik Teknis Dan Analisis*. Jakarta. Viii (2): 201-206
- Aprilliyanti, S. (2016). *Hubungan Kemelimpahan Chlorella Sp Dengan Kualitas Lingkungan Perairan Pada Skala Semi Masal Di Bbbpbap Jepara. Jurnal Ilmu Lingkungan, 14(2), 77–81. <https://doi.org/10.14710/jil.14.2.77-81>*
- Arifin, R. 2009. *Distribusi Spasial Dan Temporal Biomassa Fitoplankton (Klorofil-A) Dan Keterkaitannya Dengan Kesuburan Perairan Estuari Sungai Brantas, Jawa Timur*. Skripsi. Ipb. Bogor.
- Aslan L.M. 1998. *Budidaya Rumput Laut*. Kanisius. Yogyakarta Atmojo, S. W. 2007. *Mencari Sumber Pupuk Organik*. Solo Pos. Fakultas Pertanian Universitas Negeri Solo. Solo. 5 Hal.
- Astiani, F.,I. Dewiyanti Dan S. Melisa. 2016. *Pengaruh Media Kultur Yang Berbeda Terhadap Laju Pertumbuhan Dan Biomassa Spirulina Sp. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan Unsyiah . 1(3): 441-447*
- Beecker, E. W. 2003. *Microalgae Biotechnology And Microbiology*. Cambridge University Press. New York. 115 Hal
- Bold, H.C And M.J Wayne. 1985. *Introduction In The Algae: Structure And Reproduction*. Prentice-Hall Inc. United State Of America. 718 Hal
- Chalid, S. Y., Amini, S., & Lestari, S. D. (N.D.).2015. *Kultivasi Chlorella , Sp Pada Media Tumbuh Yang Diperkaya Dengan Pupuk Anorganik Dan Soil Extract, 298–304.*
- Dewi, A. T. C. (2018). *Potensi Klorofil Ekstrakmikroalga Hijau (Chlorella Sp.)Dan Daun Suji (Pleomele Angustifolia)Menggunakan Metodesoxhletsebagai Dye Sensitizer Pada Dye Sensitized Solar Cells (Dssc)*. Jurnal Teknik Its, 7(1), 124–126.
- Effendi, Rismanto, Pariabti Palloan, Dan Nasrul Ihsan. 2012. *Analisis Konsentrasi Klorofil-A Di Perairan Sekitar Kota Makassar Menggunakan Data Satelit Topex/Poseidon*. Makasar Hal 279 – 285.
- Erdina Lia, Aulia Ajizah, Hardiansyah. 2010. *Keanekaragaman Dan Kemelimpahan Alga Mikroskopis Pada Daerah Persawahan Di Desa Sungai*



- Lumbah Kecamatan Alalak Kabupaten Barito Kuala*. Jurnal Wahana-Bio Volume Iii.
- Febriyanti, E., Budijono Dan T. Dahril. 2016. *The Use Of Fish Pond Water For Growing Chlorella Sp.* In Other Place. 1-8.
- Fitriatin, Betty Natalie, Anny Yuniarti, Oviyanti Mulyani. 2017. *Pengaruh Mikroba Pelarut Fosfat Dan Pupuk P Terhadap P Tersedia*. Jurnal Agrikultura 2009, 20(3): 210-215
- Erdina, L., & Ajizah, A. (2010). *Keanekaragaman Dan Kemelimpahan Alga Mikroskopis Pada Daerah Persawahan Di Desa Sungai Lumbah Kecamatan Alalak, Iii(2)*, 72–91.
- Hadiningrum, V. D. (2018). *Kandungan Klorofil-A Fitoplankton Di Perairan Laguna Pengklik , Presiden Republik Indonesia Tahun 2012 Samas (Parangtritis Geomaritime Science, 3, 165–178.*
- Hanifah, K. A. 2008. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Raja Grafindo Persada. Jakarta. 360 Hal.
- Isnansetyo, A Dan Kurniastuty. 1995. *Teknik Kultur Phytoplankton Dan Zooplankton*. Kanisius. Yogyakarta. Hal. 34-85.
- Julianti., M. Siagian Dan A.H Simarmata. 2016. *Chlorofil-A Concentration In Parit Belanda River, Rumbai Pesisir District, Pekanbaru, Riau*. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Riau.
- Kilawati, Yuni, Yunita Maimunah. 2015. *Kualitas Lingkungan Tambak Intensif Litopenaeus Vannamei Dalam Kaitannya Dengan Prevalensi Penyakit White Spot Syndrome Virus*. Research Journal Of Life Science E-Issn : 2355-9926
- Klabat, T., Bangka, P., & Simanjuntak, M. (2007). *Oksigen Terlarut Dan Apparent Oxygen Utilization, 12(2)*, 59–66.
- Kumar, N, R. K. Singh, S. K. Mishra. 1976. *Optimization Of A-Amylase Production On Agriculture Byproduct*.
- Kurnianda, V., J. Heriantoni. 2017. *Evaluasi Status Trofik Perairan Pantai Gapang, Sabang, Aceh, Berdasarkan Konsentrasi Nitrat Dan Fosfat, Dan Kelimpahan Klorofil-A*. Depik, 6(2): 106 – 111.
- Kusnawidjaya, K. 1983. *Peranan Cahaya Matahari Dalam Pendidikan Ipa Terhadap Lingkungan Hidup*. C.V. Genap Jaya Baru, Jakarta: 87.
- Leema, J. T. M., Kirubakaran, R., Vinithkumar, N. V., Dheenan, P. S., And Karthikayulu, S., 2010, *High Value Pigment Production From Arthrospira (Spirulina) Platensis Cultured In Seawater*, India.
- Lestari, Nainna Anjanni Ade , Rara Diantari, Dan Eko Efendi. 2015. *Enurunan Fosfat Pada Sistem Resirkulasi Dengan Penambahan Filter Yang Berbeda*. Volume Iii No 2

- Lingga, P. Dan Marsono. 2007. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Swadaya. Jakarta. Hal. 8 – 38
- Maharsyah, T., Lutfi, M., & Nugroho, W. A. (2013). *Efektivitas Penambahan Plant Growth Promoting Bacteria (Azospirillum Sp) Dalam Meningkatkan Pertumbuhan Mikroalga (Chlorella Sp) Pada Media Limbah Cair Tahu Setelah Proses Anaerob*. Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem, 1(3), 258–264.
- Mamduh, Ahmad , Endang Dewi Masithah Dan Mochammad Amin Alamsjah. 2012. *Pengaruh Pemberian Pupuk Azolla Pinnata Terhadap Kandungan Klorofil Pada Dunaliella Salina*. . Surabaya.+
- Mawaddah, A. (2016). *Pengaruh Penambahan Urea Terhadap Peningkatan Pencemaran Nitrit Dan Nitrat Dalam Tanah*. Jurnal Manusia Dan Lingkungan, 23(3), 360–364.
- Mita, T., Utami, R., Maslukah, L., & Yusuf, M. (2016). *Sebaran Nitrat (No 3) Dan Fosfat (Po 4) Di Perairan Karangsong Kabupaten Indramayu*, 5(1), 31–37.
- Mufidah, A., Agustono, Sudarno Dan D. D. Nindarwi. 2017. *Teknik Kultur Chlorella Sp. Skala Laboratorium Dan Intermediet Di Balai Perikanan Budidaya Air Payau (Bpbap) Situbondo Jawa Timur*. Journal Of Aquaculture And Fish Health . 7(2): 50-56
- Nomosatyو Sulung Dan Lukman. 2011. *Ketersediaan Hara Nitrogen (N) Dan Fosfor (P) Di Perairan Danau Toba, Sumatera Utara*.
- Nuzapril, M. (2017). *Hubungan Antara Konsentrasi Klorofil-A Dengan Tingkat Produktivitas Primer Menggunakan Citra Satelit Landsat-8*, 8(1), 105–114.
- Raharjo, B., A. Supriyadi Dan Agustina Dk. 2007. *Pelarutan Fosfat Anorganik Oleh Kultur Campuran Jamur Pelarut Fosfat Secara In Vitro*. Jurnal Sains Dan Matematika. 15(2): 45-54
- Ramadhani, R. H. (2014). *Pengaruh Sumber Pupuk Nitrogen Dan Waktu Pemberian Urea Pada Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Jagung Manis (Zea Mays Sturt . Var . Saccharata)*. Jurnal Produksi Tanaman, 4, 8–15.
- Regista., Ambeng, M. Litaay Dan M. R. Umar. 2017. *Pengaruh Pemberian Vermikompos Cair Lumbriscus Rubellus Hoffmeister Pada Pertumbuhan Chlorella Sp*. Jurnal Biologi Makassar. 2(10): 1-8
- Riyono, S. H. (2007). *Beberapa Sifat Umum Dari Klorofil Fitoplankton Oleh*, Xxxii(1), 23–31.
- Sidabuntar, H. Br., M. Hasbi Dan Budijono. 2006. *The Effectiveness Of Tofu Liquid Waste For Growing Chlorella Sp*. Jom. 3: 1-7
- Sihombing, R. F. (2013). *Kandungan Klorofil-A Fitoplankton Di Sekitar Perairan Desa Sungsang Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan*, 5(1), 34–39.

- Simanjuntak, Marojahan. 2007. *Oksigen Terlarut Dan Apparent Oxygen Utilization Di Perairan Teluk Klabat, Pulau Bangka*. Vol. 12 (2) : 59 - 66
- Suriawiria, U. 1987. *Biomassa Alga Peran Dan Manfaat Chlorella*, Bandung.
- Patty, S. I., H. Arfah Dan M.S. Abdul. 2015. *Zat Hara (Fosfat, Nitrat), Oksigen Terlarut Dan Ph Kaitannya Dengan Kesuburan Di Perairan Jikumerasa, Pulau Buru*. Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis. 1(1): 43-50
- Prayitno Joko. 2014. *Pemberian Pupuk Komersial Untuk Pembentukan Biomassa Pada Kultur Biomassa Chlorella Sp.* Tangerang: Pusat Teknologi Lingkungan.
- Prihmantoro, Heru. 2007. *Memupuk Tanaman Sayur*. Jakarta: Penebar Swadaya. Pustaka.
- Uslu, L., Isik, O., Koc, K., Goksan, T. 2011. *The Effects Of Nitrogen Deficiencies On The Lipid And Protein Contents Of Spirulina Platensis*. African Journal Of Biotechnology. 10(3) : 385-389.
- Utami, N. P. (2012). *Pertumbuhan Chlorella Sp. Yang Dikultur Pada Perioditas Cahaya Yang Berbeda*, 3(3), 237–244.
- Wiryadi, Felicia Dan Judy Retti B. Witono. 2018. *Pengaruh Aerasi Dan Penambahan Nitrogen Terhadap Laju Pertumbuhan Nannochloropsis Sp.* Bandung.
- Zulfarina., I. Sayuti Dan H. T. Putri. 2012. *Potential Utilization Of Algae Chlorella Pyrenoidosa For Rubber Wastes Management*. Prosiding Semirata Fmipa. 511-519
- Zulius, A. 2013. *Rancang Bangun Monitoring Ph Air Menggunakan Soil Moisture Sensor Di Smk 1 Tebing Tinggi Kabupaten Empat Lawang*. Jusikom. 2(1): 37-44.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat dan Bahan Penelitian

| No | Kegiatan | Alat | Bahan |
|----|-------------------|--|--|
| 1 | Media Penelitian | -Toples bening kapasitas 25 L -Aerator Set -Lampu TL | - Air Tawar -Pupuk Urea 46% - Pupuk TSP 46% |
| 2 | Pengukuran Suhu | -Termometer -Beaker Glass 100 ml | - Air sampel -Aquades Tissue |
| 3 | Pengukuran pH | -pH meter -Beaker glass 100 ml | -Air sampel -Aquades -Tissue |
| 4 | Pengukuran DO | -DO meter -Beaker glass 100 ml | - Air Sampel -Aquades -Tissue |
| 5 | Pengukuran Nitrat | -Spektrofotometer -Pipet tetes -Washing Bottle | - Air Sampel -Aquades -Tissue -Asam Fenol disulfonik -NH ₄ OH |
| 6 | Pengukuran Fosfat | -Spektrofotometer -Erlenmeyer 50 ml -Whasing Bottle | - Air Sampel -Aquades -Tissue -Amonium molybdate -SnCl |
| 7 | Pemanenan | -Botol sampel -Kain Saring | -Air Sampel -Aquades -Tissue - |

Lampiran 2. Perhitungan Padat Tebar Awal *Chlorella pyrenoidosa*

- $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

$$\begin{aligned} V_1 &= \frac{V_2 \times N_2}{N_1} \\ &= \frac{20000 \times 40000}{90240000} \\ &= 8,86 \end{aligned}$$

Jadi, volume *Chlorella pyrenoidosa* pada toples K1 adalah 8,86 ml

- $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

$$\begin{aligned} V_1 &= \frac{V_2 \times N_2}{N_1} \\ &= \frac{20000 \times 40000}{56210000} \\ &= 14,23 \end{aligned}$$

Jadi, volume *Chlorella pyrenoidosa* pada toples K2 adalah 14,23 ml.

- $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

$$\begin{aligned} V_1 &= \frac{V_2 \times N_2}{N_1} \\ &= \frac{20000 \times 40000}{46410000} \\ &= 17,23 \end{aligned}$$

Jadi, volume *Chlorella pyrenoidosa* pada toples K3 adalah 17,23 ml.

- $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

$$\begin{aligned} V_1 &= \frac{V_2 \times N_2}{N_1} \\ &= \frac{20000 \times 40000}{43360000} \\ &= 18,45 \end{aligned}$$

Jadi, volume *Chlorella pyrenoidosa* pada toples A1 adalah 18,45 ml

- $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

$$V_1 = \frac{V_2 \times N_2}{N_1}$$

$$= \frac{20000 \times 40000}{41400000}$$

$$= 19,32$$

Jadi, volume *Chlorella pyrenoidosa* pada toples A2 adalah 19,32 ml.

- $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

$$V_1 = \frac{V_2 \times N_2}{N_1}$$

$$= \frac{20000 \times 40000}{39590000}$$

$$= 20,20$$

Jadi, volume *Chlorella pyrenoidosa* pada toples A3 adalah 20,20 ml.

- $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

$$V_1 = \frac{V_2 \times N_2}{N_1}$$

$$= \frac{20000 \times 40000}{34590000}$$

$$= 23,12$$

Jadi, volume *Chlorella pyrenoidosa* pada toples B1 adalah 23,12 ml.

- $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

$$V_1 = \frac{V_2 \times N_2}{N_1}$$

$$= \frac{20000 \times 40000}{28810000}$$

$$= 26,83$$

Jadi, volume *Chlorella pyrenoidosa* pada toples B2 adalah 26,83 ml.

- $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

$$V_1 = \frac{V_2 \times N_2}{N_1}$$

$$= \frac{20000 \times 40000}{26410000}$$

$$= 30,29$$

Jadi, volume *Chlorella pyrenoidosa* pada toples B3 adalah 30,29 ml.

- $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

$$V_1 = \frac{V_2 \times N_2}{N_1}$$

$$= \frac{20000 \times 40000}{25150000}$$

$$= 31,80$$

Jadi, volume *Chlorella pyrenoidosa* pada toples C1 adalah 31,80 ml

- $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

$$V_1 = \frac{V_2 \times N_2}{N_1}$$

$$= \frac{20000 \times 40000}{23120000}$$

$$= 34,60$$

Jadi, volume *Chlorella pyrenoidosa* pada toples C2 adalah 34,60 ml.

- $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

$$V_1 = \frac{V_2 \times N_2}{N_1}$$

$$= \frac{20000 \times 40000}{21870000}$$

$$= 36,57$$

Jadi, volume *Chlorella pyrenoidosa* pada toples C3 sebesar 36,57 ml

- $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

$$V_1 = \frac{V_2 \times N_2}{N_1}$$

$$= \frac{20000 \times 40000}{25060000}$$

$$= 31,92$$

Jadi, volume *Chlorella pyrenoidosa* pada toples D1 sebesar 31,92 ml

- $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

$$V_1 = \frac{V_2 \times N_2}{N_1}$$

$$= \frac{20000 \times 40000}{24710000}$$

$$= 32,37$$

Jadi, volume *Chlorella pyrenoidosa* pada toples D2 sebesar 32,37 ml

- $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

$$V_1 = \frac{V_2 \times N_2}{N_1}$$

$$= \frac{20000 \times 40000}{23210000}$$

$$= 34,46$$

Jadi, volume *Chlorella pyrenoidosa* pada toples D3 sebesar 34,46 ml

- $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

$$V_1 = \frac{V_2 \times N_2}{N_1}$$

$$= \frac{20000 \times 40000}{22830000}$$

$$= 35,04$$

Jadi, volume *Chlorella pyrenoidosa* pada toples E1 sebesar 35,04 ml

- $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

$$V_1 = \frac{V_2 \times N_2}{N_1}$$

$$= \frac{20000 \times 40000}{21760000}$$

$$= 36,70$$

Jadi, volume *Chlorella pyrenoidosa* pada toples E2 sebesar 36,70 ml

- $V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2$

$$V_1 = \frac{V_2 \times N_2}{N_1}$$

$$= \frac{20000 \times 40000}{19690000}$$

$$= 40,62$$

Jadi, volume *Chlorella pyrenoidosa* pada toples E3 sebesar 40,62 ml



Lampiran 3. Perhitungan Dosis Pupuk

- Pupuk TSP mengandung P₂O₅ sebesar 46%, maka pupuk TSP yang dibutuhkan adalah :

$$\frac{100}{46} \times 15 = 32,60 \text{ mg/L}$$

$$32,60 \text{ mg/L} \times 20 \text{ L} = 652,17 \text{ mg}$$

- Kebutuhan N pada perlakuan A dengan rasio N/P 1 : 1, jika P sebesar 15 mg/l, maka kebutuhan N juga sebesar 15 mg/l. Pupuk Urea yang digunakan memiliki kandungan N sebesar 46%, maka pupuk urea yang dibutuhkan adalah :

$$\frac{100}{46} \times 15 = 32,60 \text{ mg/L}$$

$$32,60 \text{ mg/L} \times 20 \text{ L} = 652,17 \text{ mg}$$

- Kebutuhan N pada perlakuan B dengan rasio N/P 2 : 1, jika P sebesar 15 mg/l, kebutuhan N sebesar 30 mg/l. Maka pupuk Urea yang dibutuhkan sebesar :

$$\frac{100}{46} \times 30 = 65,21 \text{ mg/L}$$

$$65,21 \text{ mg/L} \times 20 \text{ L} = 1304,34 \text{ mg}$$

- Kebutuhan N pada perlakuan C dengan rasio N/P 3 : 1, jika P sebesar 15mg/l, kebutuhan N sebesar 45 mg/l, maka pupuk Urea yang dibutuhkan sebesar :

- $\frac{100}{46} \times 45 = 97,82 \text{ mg/L}$

- $97,82 \text{ mg/L} \times 20 \text{ L} = 1956,5 \text{ mg}$

- Pupuk Urea mengandung N sebesar 46%, maka pupuk Urea yang dibutuhkan adalah:

$$\frac{100}{46} \times 15 = 32,60 \text{ mg/L}$$

$$32,60 \text{ mg/L} \times 20 \text{ L} = 652,17 \text{ mg}$$

- Kebutuhan P pada perlakuan D dengan rasio N/P 1 : 2, jika N sebesar 15 mg/l, kebutuhan P sebesar 30 mg/l. Maka pupuk TSP yang dibutuhkan sebesar :

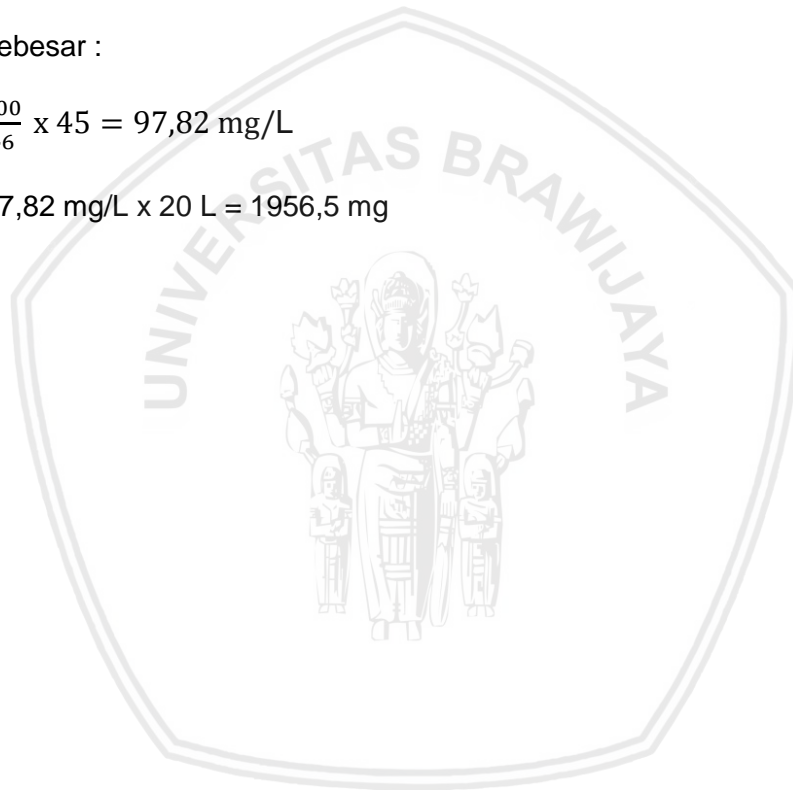
$$\frac{100}{46} \times 30 = 65,21 \text{ mg/L}$$

$$65,21 \text{ mg/L} \times 20 \text{ L} = 1304,34 \text{ mg}$$

- Kebutuhan P pada perlakuan E dengan rasio N/P 1 : 3, jika N sebesar 15mg/l, kebutuhan P sebesar 45 mg/l, maka pupuk TSP yang dibutuhkan sebesar :

- $\frac{100}{46} \times 45 = 97,82 \text{ mg/L}$

- $97,82 \text{ mg/L} \times 20 \text{ L} = 1956,5 \text{ mg}$



Lampiran 4. Prosedur Analisis Perhitungan Kandungan Klorofil

Prosedur penentuan kandungan klorofil adalah sebagai berikut :

1. Menyaring air sampel sebanyak 500 ml menggunakan kertas saring atau filter Whatmann GF/C 42 μm dengan bantuan vakum pump.
2. Menggerus larutan kertas saring sampai hancur merata dan ditambahkan aseton 90 %.
3. Memasukkan sampel hasil saringan kedalam tabung reaksi 15 ml, lalu menambahkan 10 ml aseton 90 % dan ditutup dengan kertas aluminium foil.
4. Mensentrifuse sampel yang telah diekstrak dengan kecepatan 1000 rpm dengan waktu 10 menit.
5. Setelah itu dianalisis menggunakan spektrofotometri dengan panjang gelombang 665 nm dan 750 nm
6. Konsentrasi klorofil-a dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{klorofil - a} = 11,9 (A_{655} - A_{750}) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S}$$

Keterangan:

- A_{655} = Penyerapan spektrofotometer pada gelombang 655 nm
- A_{750} = Penyerapan spektrofotometer pada gelombang 750 nm
- V = Volume ekstrak aseton yang dipakai (ml)
- L = Diameter cuvet (1,5 cm)
- S = Volume air sampel yang digunakan (ml)

Lampiran 5. Perhitungan Kandungan Klorofil *Chlorella pyrenoidosa*

•

$$\text{klorofil} - a = 11,9 (A_{655} - A_{750}) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S}$$

$$= 11,9 (0,002 - 0,001) \times \frac{10}{1,5} \times \frac{1000}{250}$$

$$= 0,32$$

Jadi, kandungan klorofil *Chlorella pyrenoidosa* pada toples K1 adalah 0,32 mg/m³

•

$$\text{klorofil} - a = 11,9 (A_{655} - A_{750}) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S}$$

$$= 11,9 (0,002 - 0,001) \times \frac{10}{1,5} \times \frac{1000}{250}$$

$$= 0,32$$

Jadi, kandungan klorofil *Chlorella pyrenoidosa* pada toples K2 adalah 0,32 mg/m³

•

$$\text{klorofil} - a = 11,9 (A_{655} - A_{750}) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S}$$

$$= 11,9 (0,005 - 0,004) \times \frac{10}{1,5} \times \frac{1000}{250}$$

$$= 0,32$$

Jadi, kandungan klorofil *Chlorella pyrenoidosa* pada toples K3 adalah 0,32 mg/m³

•

$$\text{klorofil} - a = 11,9 (A_{655} - A_{750}) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S}$$

$$= 11,9 (0,020 - 0,001) \times \frac{10}{1,5} \times \frac{1000}{250}$$

$$= 6,03$$

Jadi, kandungan klorofil *Chlorella pyrenoidosa* pada toples A1 adalah 6,03 mg/m³

•

$$\text{klorofil - a} = 11,9 (A655 - A750) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S}$$

$$= 11,9 (0,019 - 0,004) \times \frac{10}{1,5} \times \frac{1000}{250}$$

$$= 4,76$$

Jadi, kandungan klorofil *Chlorella pyrenoidosa* pada toples A2 adalah 4,76 mg/m³

•

$$\text{klorofil - a} = 11,9 (A655 - A750) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S}$$

$$= 11,9 (0,036 - 0,008) \times \frac{10}{1,5} \times \frac{1000}{250}$$

$$= 8,89$$

Jadi, kandungan klorofil *Chlorella pyrenoidosa* pada toples A3 adalah 8,89 mg/m³

•

$$\text{klorofil - a} = 11,9 (A655 - A750) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S}$$

$$= 11,9 (0,075 - 0,008) \times \frac{10}{1,5} \times \frac{1000}{250}$$

$$= 21,26$$

Jadi, kandungan klorofil *Chlorella pyrenoidosa* pada toples B1 adalah 21,26 mg/m³

•

$$\text{klorofil} - a = 11,9 (A655 - A750) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S}$$

$$= 11,9 (0,118 - 0,005) \times \frac{10}{1,5} \times \frac{1000}{250}$$

$$= 35,86$$

Jadi, kandungan klorofil *Chlorella pyrenoidosa* pada toples B2 adalah 35,86 mg/m³

•

$$\text{klorofil} - a = 11,9 (A655 - A750) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S}$$

$$= 11,9 (0,091 - 0,001) \times \frac{10}{1,5} \times \frac{1000}{250}$$

$$= 25,70$$

Jadi, kandungan klorofil *Chlorella pyrenoidosa* pada toples B3 adalah 25,70 mg/m³

•

$$\text{klorofil} - a = 11,9 (A655 - A750) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S}$$

$$= 11,9 (0,044 - 0,006) \times \frac{10}{1,5} \times \frac{1000}{250}$$

$$= 12,06$$

Jadi, kandungan klorofil *Chlorella pyrenoidosa* pada toples C1 adalah 12,06 mg/m³

•

$$\text{klorofil} - a = 11,9 (A655 - A750) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S}$$

$$= 11,9 (0,013 - 0,006) \times \frac{10}{1,5} \times \frac{1000}{250}$$

$$= 2,22$$

Jadi, kandungan klorofil *Chlorella pyrenoidosa* pada toples C2 adalah 2,22 mg/m³

•

$$\text{klorofil - a} = 11,9 (A_{655} - A_{750}) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S}$$

$$= 11,9 (0,028 - 0,003) \times \frac{10}{1,5} \times \frac{1000}{250}$$

$$= 7,93$$

Jadi, kandungan klorofil *Chlorella pyrenoidosa* pada toples C3 adalah 7,93 mg/m³

•

$$\text{klorofil - a} = 11,9 (A_{655} - A_{750}) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S}$$

$$= 11,9 (0,049 - 0,005) \times \frac{10}{1,5} \times \frac{1000}{250}$$

$$= 13,96$$

Jadi, kandungan klorofil *Chlorella pyrenoidosa* pada toples D1 adalah 13,96 mg/m³

•

$$\text{klorofil - a} = 11,9 (A_{655} - A_{750}) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S}$$

$$= 11,9 (0,027 - 0,008) \times \frac{10}{1,5} \times \frac{1000}{250}$$

$$= 6,03$$

Jadi, kandungan klorofil *Chlorella pyrenoidosa* pada toples D2 adalah 6,03 mg/m³

•

$$\text{klorofil - a} = 11,9 (A_{655} - A_{750}) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S}$$

$$= 11,9 (0,002 - 0,000) \times \frac{10}{1,5} \times \frac{1000}{250}$$

$$= 6,35$$

Jadi, kandungan klorofil *Chlorella pyrenoidosa* pada toples D3 adalah 6,35 mg/m³

•

$$\text{klorofil - a} = 11,9 (A_{655} - A_{750}) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S}$$

$$= 11,9 (0,051 - 0,003) \times \frac{10}{1,5} \times \frac{1000}{250}$$

$$= 15,23$$

Jadi, kandungan klorofil *Chlorella pyrenoidosa* pada toples E1 adalah 15,23 mg/m³

•

$$\text{klorofil - a} = 11,9 (A_{655} - A_{750}) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S}$$

$$= 11,9 (0,049 - 0,012) \times \frac{10}{1,5} \times \frac{1000}{250}$$

$$= 11,74$$

Jadi, kandungan klorofil *Chlorella pyrenoidosa* pada toples E2 adalah 11,74 mg/m³

•

$$\text{klorofil - a} = 11,9 (A_{655} - A_{750}) \times \frac{V}{L} \times \frac{1000}{S}$$

$$= 11,9 (0,041 - 0,005) \times \frac{10}{1,5} \times \frac{1000}{250}$$

= 11,42

Jadi, kandungan klorofil *Chlorella pyrenoidosa* pada toples A1 adalah 11,42 mg/m³



Lampiran 5. Uji BNT dan BNJ Data Kepadatan *Chlorella pyrenoidosa*

- Uji BNT perlakuan terhadap kepadatan *Chlorella pyrenoidosa*

| | | | | | | | | |
|---------------------|---------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--|
| Duncan ^a | KONTROL | 27 | 9.19E4 | | | | | |
| | C (3:1) | 27 | | 3.94E5 | | | | |
| | A (1:1) | 27 | | | 5.36E5 | | | |
| | D (1:2) | 27 | | | 5.56E5 | | | |
| | B (2:1) | 27 | | | | 6.51E5 | | |
| | E (1:3) | 27 | | | | | 8.19E5 | |
| | Sig. | | 1.000 | 1.000 | .367 | 1.000 | 1.000 | |

- Uji BNJ Waktu terhadap kepadatan *Chlorella pyrenoidosa*

| | WAKTU | N | Subset | | | | | | | | |
|------------------|-----------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---|--|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| Tukey | HARI KE-0 | 18 | 4.00E4 | | | | | | | | |
| HSD ^a | HARI KE-1 | 18 | | 1.34E5 | | | | | | | |
| | HARI KE-3 | 18 | | 2.14E5 | 2.14E5 | | | | | | |
| | HARI KE-4 | 18 | | | 2.84E5 | | | | | | |
| | 4 | 18 | | | | 5.14E5 | | | | | |
| | HARI KE-5 | 18 | | | | | 6.78E5 | | | | |
| | HARI KE-6 | 18 | | | | | | 8.48E5 | | | |
| | HARI KE-8 | 18 | | | | | | 8.75E5 | | | |
| | HARI KE-7 | 18 | | | | | | | 9.82E5 | | |
| | Sig. | | 1.000 | .071 | .184 | 1.000 | 1.000 | .985 | 1.000 | | |

Lampiran 6. Uji BNT dan BNJ Data Kandungan Klorofil *Chlorella pyrenoidosa*

- Uji BNT perlakuan terhadap kandungan Klorofil *Chlorella pyrenoidosa*

| | | | | | |
|---------------------|---------|---|--------|---------|---------|
| Duncan ^a | KONTROL | 3 | .3200 | | |
| | A (1:1) | 3 | 6.5733 | 6.5733 | |
| | C (3:1) | 3 | 7.4100 | 7.4100 | |
| | D (1:2) | 3 | | 8.7533 | |
| | E (1:3) | 3 | | 12.7267 | |
| | B (2:1) | 3 | | | 27.6400 |
| | Sig. | | .073 | .123 | 1.000 |



Lampiran 6. Pengukuran Kualitas Air

- Suhu

| Perlakuan | Hari Ke- | | | | | | | |
|-----------|----------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| K1 | 26,8 | 26,9 | 27,2 | 27,2 | 27,5 | 27,8 | 28,4 | 28,2 |
| K2 | 26,5 | 26,8 | 26,9 | 27,4 | 27,9 | 28 | 28,5 | 28,3 |
| K3 | 26,6 | 26,6 | 27 | 27,5 | 28 | 28,2 | 28,8 | 28,5 |
| Rata-rata | 26,6 | 26,8 | 27,0 | 27,4 | 27,8 | 28 | 28,6 | 28,3 |
| A1 | 26,7 | 26,7 | 27 | 27,2 | 27,4 | 27,9 | 28,6 | 28,5 |
| A2 | 26,6 | 26,8 | 26,9 | 27,3 | 27,6 | 27,8 | 28,4 | 28,2 |
| A3 | 26,8 | 27 | 27,2 | 27,5 | 27,8 | 28 | 28,5 | 28,3 |
| Rata-rata | 26,7 | 26,8 | 27,0 | 27,3 | 27,6 | 27,9 | 28,5 | 28,3 |
| B1 | 26,5 | 26,7 | 26,9 | 27,3 | 27,6 | 27,9 | 28,5 | 28,4 |
| B2 | 26,8 | 26,9 | 26,9 | 27,4 | 27,4 | 28 | 28,5 | 28,1 |
| B3 | 26,6 | 26,8 | 27 | 27,3 | 27,7 | 28,2 | 28,4 | 28,2 |
| Rata-rata | 26,6 | 26,8 | 26,9 | 27,3 | 27,6 | 28,0 | 28,5 | 28,2 |
| C1 | 26,5 | 26,8 | 27 | 27,4 | 27,5 | 27,9 | 28,5 | 28,3 |
| C2 | 26,7 | 26,9 | 27,2 | 27,4 | 27,7 | 28 | 28,7 | 28,5 |
| C3 | 26,7 | 26,8 | 26,8 | 27,1 | 27,4 | 27,9 | 28,4 | 28,3 |
| Rata-rata | 26,6 | 26,8 | 27 | 27,3 | 27,5 | 27,9 | 28,5 | 28,4 |

- pH

| Perlakuan | Hari ke- | | | | | | | |
|-----------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| K1 | 7,6 | 7,8 | 8,2 | 8,2 | 8,2 | 8,4 | 8,4 | 8,4 |
| K2 | 7,7 | 7,8 | 8 | 8,1 | 8,3 | 8,5 | 8,6 | 8,5 |
| K3 | 7,6 | 7,9 | 8,1 | 8,2 | 8,3 | 8,4 | 8,5 | 8,4 |
| Rata-rata | 7,6 | 7,8 | 8,1 | 8,2 | 8,3 | 8,4 | 8,5 | 8,4 |
| A1 | 7,7 | 7,9 | 8,2 | 8,1 | 8,3 | 8,5 | 8,6 | 8,5 |
| A2 | 7,8 | 8 | 8,3 | 8,3 | 8,3 | 8,4 | 8,5 | 8,5 |
| A3 | 7,7 | 7,8 | 8,1 | 8,2 | 8,1 | 8,3 | 8,5 | 8,4 |
| Rata-rata | 7,7 | 7,9 | 8,2 | 8,2 | 8,2 | 8,4 | 8,5 | 8,5 |
| B1 | 7,8 | 7,9 | 8,2 | 8,3 | 8,3 | 8,4 | 8,6 | 8,4 |
| B2 | 7,6 | 7,8 | 8,1 | 8,3 | 8,4 | 8,6 | 8,7 | 8,6 |
| B3 | 7,8 | 7,8 | 8,2 | 8,2 | 8,2 | 8,3 | 8,5 | 8,5 |
| Rata-rata | 7,7 | 7,8 | 8,2 | 8,3 | 8,3 | 8,4 | 8,6 | 8,5 |
| C1 | 7,7 | 7,9 | 8,1 | 8,2 | 8,2 | 8,3 | 8,4 | 8,4 |
| C2 | 7,7 | 7,8 | 8 | 8,2 | 8,3 | 8,3 | 8,5 | 8,4 |
| C3 | 7,8 | 7,9 | 8,2 | 8,3 | 8,4 | 8,5 | 8,6 | 8,4 |
| Rata-rata | 7,7 | 7,9 | 8,1 | 8,2 | 8,3 | 8,4 | 8,5 | 8,4 |
| D1 | 7,9 | 7,9 | 8,1 | 8,1 | 8 | 7,9 | 8 | 7,9 |

| | | | | | | | | |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| D2 | 7,8 | 7,8 | 8 | 8,2 | 8,1 | 7,9 | 7,9 | 8 |
| D3 | 7,9 | 7,9 | 7,9 | 7,8 | 7,9 | 8 | 8 | 8 |
| Rata-rata | 7,8 | 7,9 | 8 | 8,1 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| E1 | 7,8 | 8,1 | 7,9 | 7,9 | 8 | 8 | 7,9 | 8 |
| E2 | 7,8 | 8 | 8,1 | 8,1 | 7,9 | 7,9 | 8 | 8 |
| E3 | 7,8 | 7,8 | 8 | 7,9 | 8 | 8,1 | 8 | 7,9 |
| Rata-rata | 7,8 | 7,9 | 8 | 7,9 | 8 | 8 | 8 | 8 |

• DO

| Perlakuan | Hari ke- | | | | | | | |
|-----------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| K1 | 7,2 | 7,4 | 7,6 | 7,9 | 8,3 | 8,4 | 8,6 | 8,5 |
| K2 | 7,1 | 7,4 | 7,5 | 7,8 | 8,2 | 8,3 | 8,5 | 8,2 |
| K3 | 7,3 | 7,5 | 7,7 | 8,1 | 8,3 | 8,5 | 8,5 | 8,3 |
| Rata-Rata | 7,2 | 7,4 | 7,6 | 7,9 | 8,3 | 8,4 | 8,5 | 8,3 |
| A1 | 7,3 | 7,4 | 7,6 | 7,9 | 8,1 | 8,3 | 8,6 | 8,3 |
| A2 | 7,2 | 7,3 | 7,5 | 7,9 | 8,3 | 8,5 | 8,8 | 8,5 |
| A3 | 7,4 | 7,4 | 7,6 | 8,2 | 8,2 | 8,4 | 8,5 | 8,4 |
| Rata-Rata | 7,3 | 7,4 | 7,6 | 8,0 | 8,2 | 8,4 | 8,6 | 8,4 |
| B1 | 7,5 | 7,5 | 7,7 | 8,1 | 8,3 | 8,5 | 8,7 | 8,4 |
| B2 | 7,4 | 7,4 | 7,5 | 7,9 | 8,3 | 8,4 | 8,5 | 8,3 |
| B3 | 7,2 | 7,3 | 7,5 | 7,9 | 8,1 | 8,4 | 8,7 | 8,5 |
| Rata-Rata | 7,3 | 7,4 | 7,6 | 8,0 | 8,2 | 8,4 | 8,6 | 8,4 |
| C1 | 7,3 | 7,4 | 7,6 | 7,9 | 8,2 | 8,4 | 8,6 | 8,3 |
| C2 | 7,5 | 7,5 | 7,7 | 8,3 | 8,3 | 8,3 | 8,5 | 8,3 |
| C3 | 7,2 | 7,3 | 7,6 | 7,8 | 8,1 | 8,3 | 8,4 | 8,2 |
| Rata-Rata | 7,3 | 7,4 | 7,6 | 8,0 | 8,2 | 8,3 | 8,5 | 8,3 |
| D1 | 7,4 | 7,7 | 7,8 | 7,8 | 7,8 | 7,9 | 7,7 | 8 |
| D2 | 7,3 | 7,7 | 7,7 | 7,7 | 8 | 7,8 | 7,6 | 7,8 |
| D3 | 7,4 | 7,8 | 7,5 | 7,9 | 8,1 | 7,9 | 7,9 | 7,7 |
| Rata-Rata | 7,4 | 7,8 | 7,7 | 7,8 | 8 | 7,9 | 7,7 | 7,8 |
| E1 | 7,5 | 7,5 | 8 | 7,9 | 7,8 | 7,7 | 7,9 | 8,3 |
| E2 | 7,4 | 7,7 | 8 | 8 | 7,9 | 7,8 | 8,1 | 7,8 |
| E3 | 7,5 | 7,6 | 7,9 | 8,1 | 8 | 7,9 | 7,8 | 7,7 |
| Rata-Rata | 7,4 | 7,7 | 8 | 8,0 | 7,9 | 7,8 | 7,9 | 7,9 |

• Nitrat

| PERLAKUAN | 0 | 3 | 5 | 8 |
|-----------|------|------|------|------|
| K1 | 0,86 | 0,76 | 0,45 | 0,24 |
| K2 | 0,85 | 0,68 | 0,51 | 0,21 |
| K3 | 0,76 | 0,55 | 0,42 | 0,19 |

| | | | | |
|-----------|------|------|------|------|
| RATA-RATA | 0,82 | 0,66 | 0,46 | 0,21 |
| A1 | 2,74 | 2,33 | 1,63 | 0,54 |
| A2 | 2,67 | 2,09 | 1,35 | 0,52 |
| A3 | 2,55 | 2,05 | 1,61 | 0,65 |
| RATA-RATA | 2,65 | 2,16 | 1,53 | 0,57 |
| B1 | 2,71 | 1,96 | 1,21 | 0,65 |
| B2 | 2,72 | 2,11 | 1,34 | 0,58 |
| B3 | 2,81 | 2,52 | 1,27 | 0,59 |
| RATA-RATA | 2,75 | 2,20 | 1,27 | 0,61 |
| C1 | 3,12 | 2,56 | 1,61 | 0,71 |
| C2 | 2,95 | 2,43 | 1,56 | 0,68 |
| C3 | 3,2 | 2,51 | 1,72 | 0,55 |
| RATA-RATA | 3,09 | 2,50 | 1,63 | 0,65 |
| D1 | 2,03 | 1,82 | 1,42 | 1,02 |
| D2 | 2,03 | 1,83 | 1,40 | 1,01 |
| D3 | 2,05 | 1,73 | 1,32 | 1,01 |
| RATA-RATA | 2,03 | 2,20 | 1,40 | 1,01 |
| E1 | 2,04 | 1,63 | 1,10 | 0,92 |
| E2 | 2,05 | 1,62 | 1,12 | 0,91 |
| E3 | 2,04 | 1,53 | 1,02 | 0,91 |
| RATA-RATA | 2,04 | 1,61 | 1,10 | 0,91 |

- **Fosfat**

| PERLAKUAN | 0 | 3 | 5 | 8 |
|-----------|-----|-----|-----|-----|
| K1 | 0,9 | 0,8 | 0,6 | 0,1 |
| K2 | 1 | 0,8 | 0,7 | 0,2 |
| K3 | 0,8 | 0,8 | 0,5 | 0,3 |
| RATA-RATA | 0,9 | 0,8 | 0,6 | 0,2 |
| A1 | 2,4 | 1,9 | 1,6 | 0,9 |
| A2 | 2,3 | 1,8 | 1,4 | 0,6 |
| A3 | 2,5 | 1,9 | 1,5 | 0,7 |
| RATA-RATA | 2,4 | 1,9 | 1,5 | 0,7 |
| B1 | 2,4 | 1,8 | 1,4 | 0,4 |
| B2 | 2,5 | 2,1 | 1,6 | 0,5 |
| B3 | 2,4 | 1,9 | 1,5 | 0,6 |
| RATA-RATA | 2,4 | 1,9 | 1,5 | 0,5 |
| C1 | 2,4 | 1,7 | 1,3 | 0,4 |
| C2 | 2,5 | 1,8 | 1,4 | 0,4 |
| C3 | 2,5 | 1,9 | 1,4 | 0,6 |
| RATA-RATA | 2,5 | 1,8 | 1,4 | 0,5 |
| B1 | 3,5 | 3,4 | 3,3 | 3,4 |
| B2 | 3,8 | 3,7 | 3,4 | 3,0 |
| B3 | 3,4 | 3,2 | 3,0 | 2,9 |
| RATA-RATA | 3,6 | 3,4 | 3,2 | 3,1 |

| | | | | |
|-----------|-----|-----|-----|-----|
| C1 | 4,3 | 3,8 | 3,7 | 3,4 |
| C2 | 3,7 | 3,6 | 3,4 | 3,0 |
| C3 | 4,1 | 3,4 | 3,0 | 2,9 |
| RATA-RATA | 4,0 | 3,6 | 3,4 | 3,1 |



Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian



Kultur *Chlorella pyrenoidosa*



Kultur Stok *Chlorella pyrenoidosa*



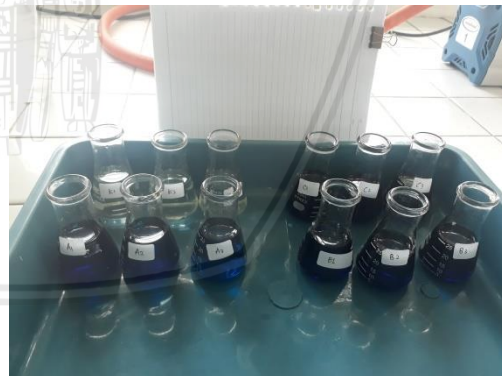
Penimbangan pupuk urea



Penimbangan Pupuk TSP



Pengukuran Kadar Nitrat



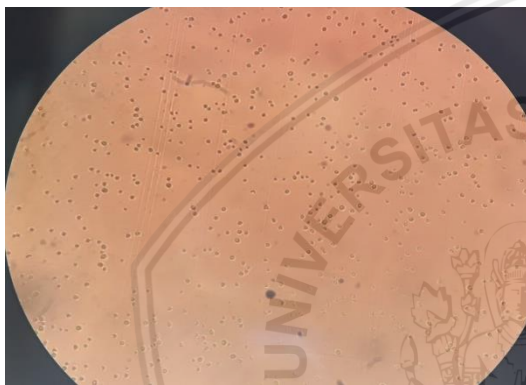
Pengukuran Kadar Fosfat



Pengukuran Kualitas Air dengan Spektrofotometer



Hasil Penimbangan Pupuk Urea dan TSP



Kepadatan *Chlorella pyrenoidosa*



Menghitung Kepadatan *Chlorella pyrenoidosa*



Hasil Kultur *Chlorella pyrenoidosa*